

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L

25X1

COUNTRY USSR

REPORT

SUBJECT Soviet Books and Periodicals

DATE DISTR. 28 October 1960

NO. PAGES

REFERENCES RD

DATE OF INFO.

PLACE & DATE ACQ.

THIS IS

25X1

Soviet publications  
UNCLASSIFIED when separated from the covering report.

- Zhidkostnyye raketnyye dvigateli (Liquid Rocket Engines), A. A. Arev and M. V. Dobrovolskiy, 1957.
- Postroyka korpusa stalnogo suda (Construction of a Hull of a Steel Ship), P. I. Aseyev, 1957.
- Atomnaya energiya (Atomic Energy), August 1957 and April and May 1958. *M/F.P.*
- Izgotovleniye i montazh sudovoy ventilyatsii (Construction and Installation of Ship Ventilation), V. I. Prolygin, 1957.
- Kratkiy spravochnik po primeneniyu yadov dlya borby s vreditelyami i boleznyami rasteniy (Short Handbook on the Use of Poisons for the Control of Pests and Plant Diseases), A. L. Yefimov, 1958.

25X1

C-O-N-F-I-D-E-N-T-I-A-L

25X1

NAVY	AIR	NSA	FBI	OCR	ORR
distribution by "#"				OSI	

STAT

# Атомная энергия

АПРЕЛЬ  
1958



原子能雜誌

第4卷第4期（1958年）

目錄

14兆電子伏的中子通過可分裂物質層時形成的中子譜 . . . . .	337
四价鈾溶液的輻射氧化 . . . . .	343
鎂熱法制備銻的速度的研究 . . . . .	349
利用非同位的放射性指示劑測定難溶化合物的溶解度 . . . . .	354
選擇探礦法實際應用可能性的一些實驗查對結果 . . . . .	359

給編輯部的信

零功率反應堆的安全開動 . . . . .	365
論沸水堆中單向循環的應用 . . . . .	366
論沸水堆的雙迴路系統 . . . . .	367
低于飽和溫度的水縱向流經管束時的臨界熱負荷 . . . . .	370
以平面為分界的已知性質的介質中的中子分佈 . . . . .	372
用14,8兆電子伏中子分裂 $U^{235}$ 時放射中子的平均數測定 . . . . .	374
用電解沉澱法制備鈾、鈾、鈾及鎳的堅固塗層 . . . . .	376
論簡單物質及複雜物質的同位素分子的數量問題及其濃度 . . . . .	377
採用放射性指示劑解決固體的內吸附問題 . . . . .	380
原子電池的充電設備 . . . . .	382
硼電離室的伏特安培特性曲線 . . . . .	383
對李政道、楊振寧的中微子雙組分理論的評論 . . . . .	

科技新聞 . . . . .	387
最新文獻 . . . . .	403

**Atomnaya  
Energiya**

volume 4, number 4 (1958)

CONTENTS

ARTICLES

Iu. S. Zamiatnin, I. N. Safina, E. K. Gutnikova and N. I. Ivanova. Neutron spectra produced on the passage of 14 Mev neutrons through fissile material . . .	337
V. G. Firsov and B. V. Ershler. Radiation oxidation of quadrivalent uranium solutions. . . . .	343
F. G. Reshetnikov and E. N. Oblomeev. The kinetics of the magnesium reduction process for zirconium production. . . . .	349
N. B. Mikheev. Solubility determinations on poorly soluble compounds using radioactive tracers of similar elements. . . . .	354
G. M. Voskoboinikov. On the feasibility of selective $\gamma$ -ray logging. . . . .	359

LETTERS TO THE EDITOR

B. G. Dubovskii. Safe starting of zero-energy reactors. . .	365
Iu. N. Alekseenko. The use of a direct flow cycle in a boiling-water reactor . . . . .	366
Iu. D. Arsen'ev. The secondary loop in a boiling-water reactor. . . . .	367
B. A. Zenkevich, V. I. Subbotin and M. F. Troianov. Critical heat flux for the longitudinal flow of water over tubes. . . . .	370
I. I. Tal'ianskii. The neutron distributions obtaining in media separated by a flat interface. . . . .	372
A. N. Protopopov and M. B. Blinov. Determination of mean neutron numbers emitted from the 14,8 Mev neutron fission of $U^{235}$ . . . . .	374
G. I. Khlebnikov and E. P. Dergunov. Electrolytic deposition of strong layers of U, Np, Pu and Am. . . . .	376
I. G. Petrenko. The quantity and concentration of isotopic molecules of simple and complex substances. . . . .	377
V. I. Arkharov, S. M. Klotsman and A. N. Timofeev. Use of radioactive tracers to solve problems of adsorption at internal surfaces in solid bodies. . . . .	380
G. D. Gorlovoi and E. G. Kardash. A charging unit with an atomic battery . . . . .	382
A. B. Dmitriev. Voltage-current characteristics of boron ionization chambers . . . . .	383
A. A. Sokolov. Remarks on Lee and Yang's two-component neutron theory. . . . .	385
NEWS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY . . . . .	387
BIBLIOGRAPHY . . . . .	403

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР  
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

# Атомная энергия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, В. И. ВЕКСЛЕР,  
А. П. ВИНОГРАДОВ, Н. А. ВЛАСОВ (зам. главного редактора),  
В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Ф. КАЛИНИН, А. К. КРАСИН,  
Г. В. КУРДЮМОВ, А. В. ЛЕБЕДИНСКИЙ, А. И. ЛЕЙПУНСКИЙ,  
И. И. НОВИКОВ (главный редактор),  
Б. В. СЕМЕНОВ (ответственный секретарь), В. С. ФУРСОВ

АПРЕЛЬ  
ТОМ 4 1958 ВЫП. 4

Адрес редакции: Москва, Центр, ул. Кирова, 18.  
Телефон для справок Б 8-03-44.

## СОДЕРЖАНИЕ

## СТАТЬИ

Ю. С. Замятнин, И. Н. Сафина, Е. К. Гутникова, Н. И. Иванова. Спектры нейтронов, образующихся при прохождении нейтронов с энергией 14 Мэв через слои делящихся веществ . . . . .	337
В. Г. Фирсов, Б. В. Эршлер. Радиационное окисление растворов четырехвалентного урана . . . . .	343
Ф. Г. Решетников, Е. Н. Обломеев. Изучение скорости магнетермического процесса получения циркония . . . . .	349
Н. Б. Михеев. Определение растворимости труднорастворимых соединений с помощью неизотопных радиоактивных индикаторов . . . . .	354
Г. М. Воскобойников. Некоторые результаты экспериментальной проверки возможности практического применения селективного каротажа . . . . .	359

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Б. Г. Дубовский. Безопасный пуск реакторов с нулевого уровня мощности	365
Ю. Н. Алексеенко. Об использовании прямоточного цикла в кипящем водяном реакторе . . . . .	366
Ю. Д. Арсеньев. О двойном цикле кипящего реактора . . . . .	367
Б. А. Зенкевич, В. И. Субботин, М. Ф. Троянов. Критические тепловые нагрузки при продольном омывании пучка труб водкой, недогретой до температуры насыщения . . . . .	370
И. И. Тальянский. О распределении нейтронов в средах с заданными свойствами при плоской границе раздела . . . . .	372
А. Н. Протопопов, М. В. Блинов. Определение среднего числа нейтронов, испускаемых при делении $U^{235}$ нейтронами с энергией 14,8 Мэв . . . .	374
Г. И. Хлебников, Е. П. Дергунов. Получение прочных слоев урана, нептуния, плутония и америция методом электролитического осаждения . .	376
И. Г. Петренко. К вопросу о количестве изотопных молекул простых и сложных веществ и их концентрациях . . . . .	377
В. И. Архаров, С. М. Клоцман, А. Н. Тимофеев. Применение радиоактивных индикаторов к решению проблемы внутренней адсорбции в твердых телах . . . . .	380
Г. Д. Горловой, Е. Г. Кардаш. Зарядное устройство с атомной батареей . . . . .	382
А. Б. Дмитриев. Вольтамперные характеристики борных ионизационных камер . . . . .	383
А. А. Соколов. Замечания о двухкомпонентной теории нейтрино Ли и Янга .	385

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Пуск атомной электростанции в Шиппингпорте (387). Об атомном самолете (389). Тепловыделяющий элемент исследовательского реактора ФР-2 в Карлсруэ (391). Ребатрон—резонаторный ускоритель для электронов с улучшенной продольной группировкой (393). Применение линейных электронных ускорителей для генерации миллиметровых радиоволн (394). О получении новых элементов (395). Отделение тория от редкоземельных элементов в азотно-кислой среде методом анионного обмена (396). Данные о содержании  $\text{Sr}^{90}$  в биологических объектах (Англия, 1956 г.) (396). Об английских и американских работах в области управляемых термоядерных реакций (397). Краткие сообщения (400).

## БИБЛИОГРАФИЯ

Новая литература . . . . . 403

## Спектры нейтронов, образующихся при прохождении нейтронов с энергией 14 Мэв через слои делящихся веществ

Ю. С. Замятин, И. Н. Сафина, Е. К. Гутникова, Н. И. Иванова

Проведены измерения энергетического распределения нейтронов, образующихся при прохождении нейтронов с энергией 14 Мэв через слои  $\text{Th}^{232}$ ,  $\text{U}^{233}$ ,  $\text{U}^{235}$ ,  $\text{U}^{238}$  и  $\text{Pu}^{239}$ . Показано, что для всех исследуемых изотопов спектры вторичных нейтронов состоят из двух компонентов: нейтронов деления и нейтронов испарения. Найдена зависимость коэффициентов разложения спектра вторичных нейтронов на два компонента от ядерных констант соответствующих изотопов, позволяющая находить эти коэффициенты без экспериментального изучения спектров нейтронов.

При взаимодействии нейтронов с энергией 14 Мэв с ядрами тяжелых делящихся элементов могут происходить следующие процессы:

а) процессы, приводящие к потере нейтронов (радиационный захват, реакции с образованием заряженных частиц);

б) упругое рассеяние нейтронов, не приводящее к существенному изменению энергии первичных нейтронов;

в) процессы, связанные с испарением нейтронов из возбужденного промежуточного ядра, — неупругое рассеяние ( $n$ ,  $n'\gamma$ ), реакции ( $n$ ,  $2n$ ) и т. п.;

г) деление ядер, приводящее к образованию вторичных нейтронов деления.

Таким образом, в спектре нейтронов, прошедших через слои делящегося вещества, кроме группы первичных и упруго рассеянных нейтронов, наблюдается группа вторичных нейтронов, обусловленная процессами неупругого взаимодействия в) и г).

Изучению спектра вторичных нейтронов, образующихся при взаимодействии нейтронов с энергией 14 Мэв с неделяющимися элементами, посвящено большое число работ [1]—[4].

Результаты этих работ показывают, что спектр вторичных нейтронов в основном хорошо согласуется с функцией распределения, соответствующей статистическому про-

цессу испарения нейтронов из возбужденного промежуточного ядра:

$$F(E) = C_1 E e^{-E/T}, \quad (1)$$

где  $T$  — параметр, характеризующий температуру остаточного ядра\*), а  $C_1$  — нормировочный множитель.

В ряде других работ [5], [6] было показано, что спектр нейтронов деления тяжелых элементов тепловыми нейтронами имеет следующий вид:

$$F(E) C_2 \text{sh} \frac{2\sqrt{\omega E}}{T_f} e^{-E/T_f}, \quad (2)$$

где  $T_f$  — температура осколка после испарения нейтронов,  $\omega$  — средняя кинетическая энергия нуклона в осколке,  $C_2$  — нормировочный множитель.

На основании этих результатов можно предположить, что при прохождении нейтронов с энергией 14 Мэв через слои делящихся веществ вторичные нейтроны будут иметь сложный спектр, состоящий из двух компонентов: нейтронов деления и нейтронов испарения.

\*) Строго говоря, процесс ( $n$ ,  $2n$ ) должен приводить к более сложному распределению нейтронов из-за различия температур, соответствующих испарению первого и второго нейтронов, однако из-за слабой зависимости  $T$  от энергии возбуждения промежуточного ядра изменение  $T$  мало и экспериментально не обнаруживается.

Ю. С. ЗАМЯТНИН, И. Н. САФИНА, Е. К. ГУТНИКОВА, Н. И. ИВАНОВА

Т а б л и ц а

Иссле- дуемый изотоп	Толщина слоя в дли- нах свобод- ного пробега $\lambda$	Измерен- ное число треков	Доля ней- тронов деления (эксперимен- тальные значения) $\alpha_f$	Поправка на неупругое взаимодей- ствие вто- ричных нейтронов	Доля ней- тронов деления (исправлен- ные значе- ния) $\alpha_f$	Темпера- тура оста- точного ядра $T_{\text{ост}}$ Мэв	Темпера- тура осколка $T_f$ Мэв
Th <sup>232</sup>	0,4	2000	0,20±0,05	0,03	0,23±0,06	0,54±0,05	1,2*)
U <sup>233</sup>	0,15	4400	0,75±0,1	0,01	0,76±0,1	0,55±0,1	1,2±0,08
U <sup>235</sup>	0,36	6700	0,65±0,05	0,03	0,68±0,06	0,4±0,05	1,05±0,06
U <sup>238</sup>	0,24 0,34	4700 4400	0,44±0,05 0,42±0,06	0,05 0,08 Средняя	0,49±0,06 0,5±0,08 0,49±0,05	0,52±0,07 0,43±0,06 0,48±0,05	1,2±0,1 1,25±0,15 —
Pu <sup>239</sup>	0,29	4600	0,7±0,09	0,02	0,72±0,1	0,53±0,06	1,25±0,08

\*) Значение, принятое при экстраполяции спектра нейтронов деления.

В настоящей работе приведены подтверждающие эту точку зрения результаты, полученные авторами в 1950—1956 гг.

#### Методика и результаты измерений

Энергетическое распределение вторичных нейтронов изучалось при помощи ядерных фотопластинок типа Иلفорд С-2 и НИКФИ-К со слоем эмульсии толщиной 100 мк. Определение энергии нейтронов производилось по протонам отдачи, вылетающим вперед в пределах угла  $\pm 15^\circ$ .

В качестве источника нейтронов с энергией 14 Мэв использовалась тритиево-циркониевая мишень, бомбардируемая дейтонами с энергией 150 кэв.

Источник нейтронов окружался слоем исследуемого вещества. Измерения проводились со следующими делящимися изотопами: Th<sup>232</sup>, U<sup>233</sup>, U<sup>235</sup>, U<sup>238</sup> и Pu<sup>239</sup>, а также со смесью изотопов U<sup>235</sup> и U<sup>238</sup> различного процентного содержания. Толщина слоя делящегося вещества выбиралась таким образом, чтобы ослабление потока нейтронов с энергией 14 Мэв при прохождении через слой не превышало 30%. Практически толщина слоев колебалась от 0,15  $\lambda$  до 0,4  $\lambda$  ( $\lambda$  — длина свободного пробега нейтронов для неупругого взаимодействия, см. таблицу).

При этом вклад многократных неупругих процессов был не очень велик.

Для учета фона первичных нейтронов проводилось облучение фотопластинок без слоев делящихся веществ. При вычитании фона принималось, что число фоновых треков пропорционально потоку первичных нейтронов.

Микроскопическая обработка фотопластинок производилась несколькими измерителями. Общее число измеренных треков протонов отдачи для каждого исследованного вещества приведено в таблице\*).

Из полученного распределения протонов отдачи определялся спектр нейтронов с учетом поправок на конечную толщину эмульсии и ход сечения рассеяния нейтронов на водороде.

Для анализа полученного распределения нейтронов  $F(E)$  строилась энергетическая зависимость отношения  $F(E)/E$  в полулогарифмическом масштабе, в котором распределение (1) представляется прямой линией, что позволяет выделить оба компонента нейтронного спектра, так как  $T_f > T$  и жесткая часть спектра ( $E_n > 3$  Мэв) практически пол-

\*) Для увеличения статистической точности измерений в области энергий выше 2,5 Мэв просматривалась дополнительная площадь фотопластинок.



## СПЕКТРЫ НЕЙТРОНОВ

ностью определяется нейтронами деления. Экстраполяция спектра нейтронов деления в область энергий  $E_n < 3$  Мэв позволяет определить избыток нейтронов небольших энергий, соответствующий нейтронам испарения. Разность между экспериментальной кривой и спектром нейтронов деления, как правило, хорошо совпадала с распределением (1). Полученные отсюда значения параметра  $T$  приведены в таблице.

При экстраполяции спектра нейтронов деления обычно использовалось распределение (2). Значения параметра  $T$ , (см. таблицу) определялись из жесткой части спектра, а величина  $w$  принималась во всех случаях равной 0,5 Мэв. В связи с этим интересно отметить, что в области  $E_n > 3$  Мэв наклоны кривых, а следовательно, и значения  $T$ , полученные для  $U^{233}$ ,  $U^{235}$  и  $Pu^{239}$ , хорошо совпадают с соответствующими величинами для спектра нейтронов деления этих изотопов тепловыми нейтронами. Это совпадение,

показывающее, что спектры нейтронов деления слабо зависят от энергии нейтронов, вызывающих деление, дало возможность использовать для экстраполяции также и спектры нейтронов деления, полученные для тепловых нейтронов.

Экспериментальные результаты, результаты графического анализа и полученные коэффициенты разложения спектра нейтронов на два компонента— $\alpha_i$  (доля нейтронов деления) и  $\alpha_n$  (доля нейтронов испарения)—для исследованных одноизотопных образцов приведены на рис. 1—6.

В экспериментальные результаты вводилась поправка, учитывающая искажение  $\alpha_i$  и  $\alpha_n$  из-за неупругого взаимодействия вторичных нейтронов с веществом слоя. Этот эффект обусловлен уменьшением сечения деления при переходе от энергий нейтронов 14 Мэв к энергиям вторичных нейтронов, благодаря которому вероятность неупругого рассеяния для вторичных нейтронов больше,

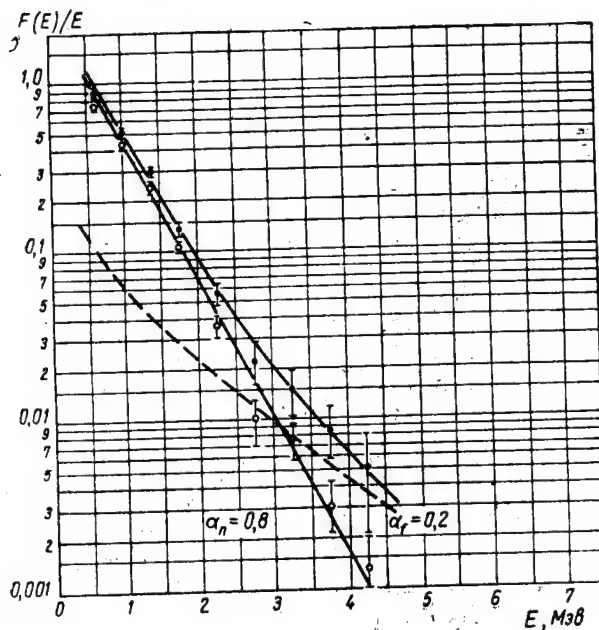


Рис. 1. Спектр вторичных нейтронов, образующихся при прохождении нейтронов с энергией 14 Мэв через  $Th^{232}$  (толщина слоя 0,4 л).

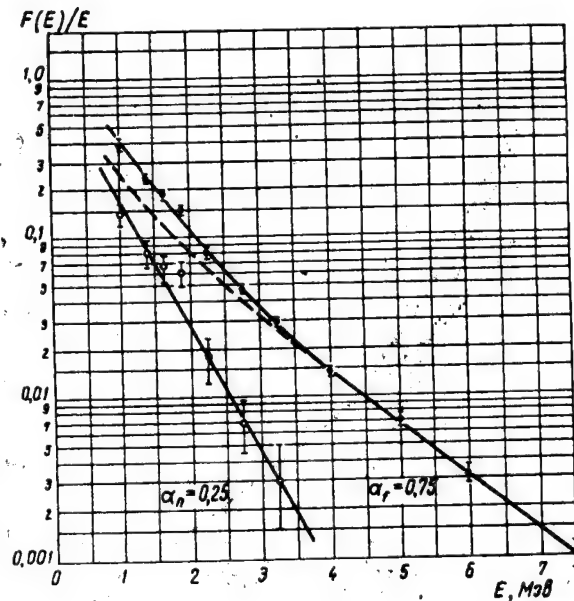


Рис. 2. Спектр вторичных нейтронов, образующихся при прохождении нейтронов с энергией 14 Мэв через  $U^{233}$  (толщина слоя 0,15 л).

- — экспериментальные результаты,
- — — экстраполяция спектра нейтронов деления,
- — спектр нейтронов испарения.

Ю. С. ЗАМЯТНИК, И. Н. САФИНА, Е. К. ГУТНИКОВА, Н. И. ИВАНОВА

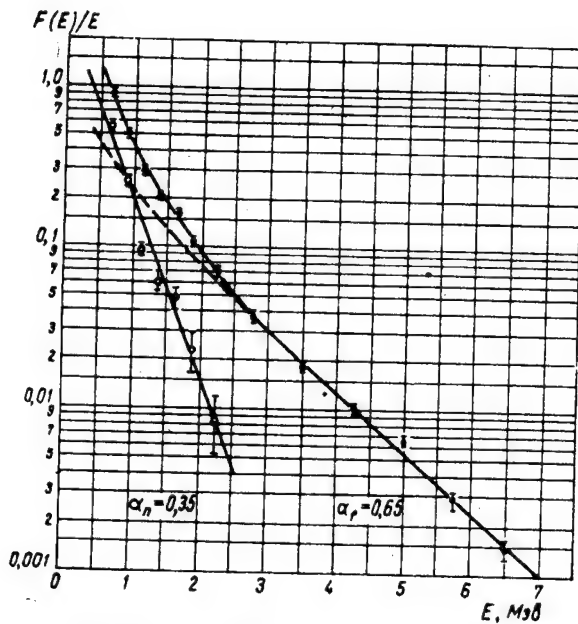


Рис. 3. Спектр вторичных нейтронов, образующихся при прохождении нейтронов с энергией 14 Мэв через  $U^{235}$  (толщина слоя 0,36  $\lambda$ ).

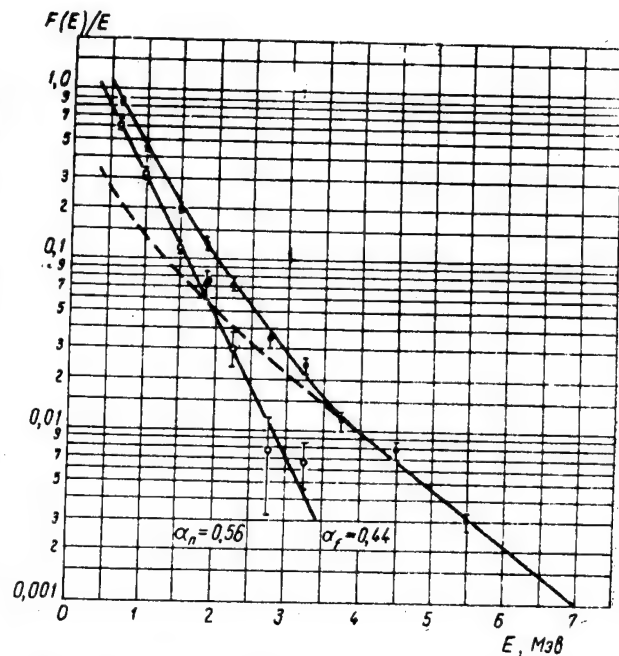


Рис. 4. Спектр вторичных нейтронов, образующихся при прохождении нейтронов с энергией 14 Мэв через  $U^{238}$  (толщина слоя 0,24  $\lambda$ ).

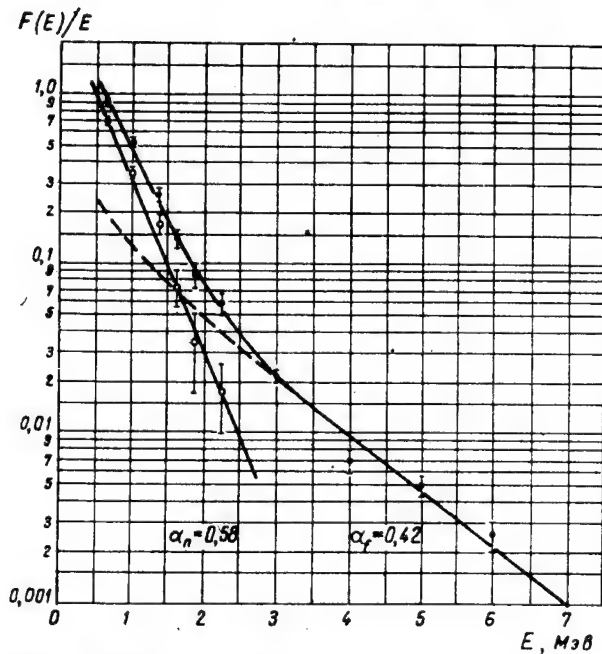


Рис. 5. Спектр вторичных нейтронов, образующихся при прохождении нейтронов с энергией 14 Мэв через  $U^{238}$  (толщина слоя 0,34  $\lambda$ ).

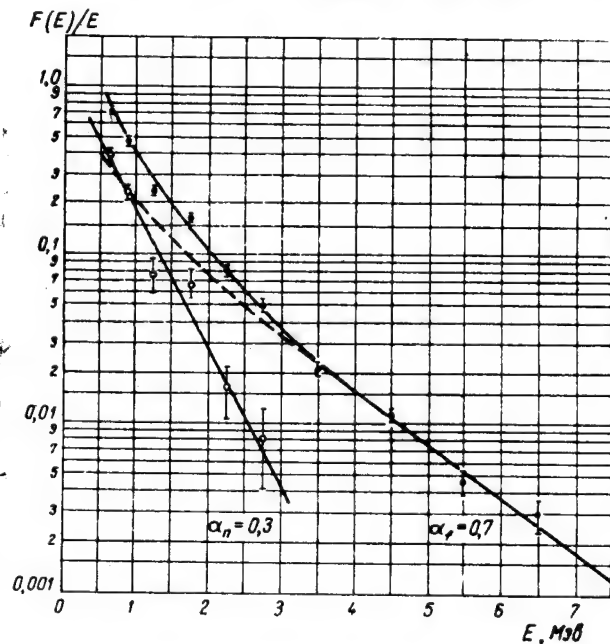


Рис. 6. Спектр вторичных нейтронов, образующихся при прохождении нейтронов с энергией 14 Мэв через  $Pu^{239}$  (толщина слоя 0,29  $\lambda$ ).

● — экспериментальные результаты,  
 — — — экстраполяция спектра нейтронов деления,  
 — — — спектр нейтронов испарения.

## СПЕКТРЫ НЕЙТРОНОВ

чем для первичных, и доля нейтронов деления в спектре несколько понижается. Оценка этого эффекта показала, что даже при небольших толщинах слоев его следует учитывать\*). Величина вводимой поправки и исправленные значения  $\alpha_f$  приведены в таблице на стр. 338.

## Обсуждение результатов

Из таблицы видно, что для хорошо делящихся веществ ( $U^{233}$ ,  $U^{235}$ ,  $Pu^{239}$ ) результаты измерений дают наибольшую долю нейтронов деления в спектре, а для веществ, делящихся хуже ( $Th^{232}$  и  $U^{238}$ ) доля нейтронов деления значительно меньше, т. е. результаты эксперимента дают качественно правильную зависимость между коэффициентами  $\alpha_f$  и  $\alpha_n$  и способностью к делению ядер исследованных веществ.

Найдем количественную связь между коэффициентами разложения спектра на два компонента и значениями ядерных констант соответствующих делящихся элементов. Представим полное сечение образования вторичных нейтронов в виде следующей суммы:

$$\nu_{эфф}\sigma_c = \nu\sigma_f + \sigma_{n, n'\gamma} + 2\sigma_{n, 2n}. \quad (3)$$

Последние два члена этой суммы связаны с образованием нейтронов испарения\*\*). Нейтроны деления представлены первым членом, однако этот член содержит также некоторую долю нейтронов испарения. Это связано с тем, что при энергии нейтронов, равной 14 Мэв, деление может происходить после предварительного испарения нейтронов из возбужденного промежуточного ядра — процесс  $(n, n'f)$ \*\*\*). В этом случае сечение деления  $\sigma_f$  следует рассматривать как сумму сечений двух процессов: деления без предварительного испарения нейтронов  $\sigma_{f0}$  и деления после испарения нейтрона  $\sigma_{fn}$  [7]. Тогда член  $\nu\sigma_f$  в формуле (3) можно

\*) Величина поправки находилась как разность эффектов, обусловленных процессами неупругого рассеяния нейтронов деления и деления, вызываемого нейтронами испарения, с учетом соответствующих сечений и средних путей вторичных нейтронов в слое вещества.

\*\*) Если энергетически возможна реакция  $(n, 3n)$ , то в формулу (3) необходимо ввести дополнительный член. Сечением радиационного захвата нейтронов с энергией 14 Мэв можно пренебречь.

\*\*\*) Для простоты изложения здесь не рассматривается возможная реакция  $(n, 2nf)$ , так как вероятность такого процесса мала.

заменить суммой  $\nu_0\sigma_{f0} + (\nu_1 + 1)\sigma_{fn}$ , в которой легко выделить нейтроны деления и нейтроны испарения. Таким образом, доля нейтронов деления  $\alpha_f$  и доля нейтронов испарения  $\alpha_n$  могут быть представлены как

$$\alpha_f = \frac{\nu_0\sigma_{f0} + \nu_1\sigma_{fn}}{\nu_{эфф}\sigma_c} \quad \text{и} \quad \alpha_n = \frac{\sigma_{fn} + \sigma_{n, n'\gamma} + 2\sigma_{n, 2n}}{\nu_{эфф}\sigma_c}.$$

Практически вместо  $\nu_0$ ,  $\nu_1$  и  $\sigma_{fn}$  удобнее использовать величины  $\nu$ ,  $\sigma_f$  и  $\sigma_{f0}$ , которые могут быть получены непосредственно из эксперимента\*). Тогда выражения для  $\alpha_f$  и  $\alpha_n$  примут вид:

$$\alpha_f = \frac{\nu\sigma_f - (\sigma_f - \sigma_{f0})}{\nu_{эфф}\sigma_c}, \quad (4)$$

$$\alpha_n = \frac{(\sigma_f - \sigma_{f0}) + \sigma_{n, n'\gamma} + 2\sigma_{n, 2n}}{\nu_{эфф}\sigma_c} \dots$$

В случае прохождения нейтронов с энергией 14 Мэв через вещества, состоящие из двух различных изотопов, вклад нейтронов деления и нейтронов испарения может быть найден по коэффициентам  $\alpha_f$  и  $\alpha_n$ , известным для каждого изотопа в отдельности:  $\alpha_{f1}$ ,  $\alpha_{f2}$  и  $\alpha_{n1}$ ,  $\alpha_{n2}$ . В этом случае общее сечение образования вторичных нейтронов равно

$$\beta_1\nu_{эфф1}\sigma_{c1} + \beta_2\nu_{эфф2}\sigma_{c2},$$

где  $\beta_1$  и  $\beta_2$  — содержание каждого изотопа. Доля нейтронов деления

$$\alpha_f = \frac{\gamma_1\alpha_{f1} + \gamma_2\alpha_{f2}}{\gamma_1 + \gamma_2} \dots, \quad (5)$$

где  $\gamma = \beta_1\nu_{эфф1}\sigma_{c1}$  и  $\gamma_2 = \beta_2\nu_{эфф2}\sigma_{c2}$  — вклады каждого изотопа в общее число вторичных нейтронов. Аналогично доля нейтронов испарения

$$\alpha_n = \frac{\gamma_1\alpha_{n1} + \gamma_2\alpha_{n2}}{\gamma_1 + \gamma_2}. \quad (5a)$$

Значения  $\alpha_f$  и  $\alpha_n$ , вычисленные по формулам (4) и (5), как правило, в пределах ошибок

\*)  $\alpha_f$  можно также представить как  $\alpha_f = \frac{\nu_f\sigma_f}{\nu_{эфф}\sigma_c}$ ,

где  $\nu_f$  — истинное число нейтронов, возникающих в процессе деления, без учета предварительно испущенных нейтронов. При этом

$\nu_f\sigma_f = \nu\sigma_f - (\sigma_f - \sigma_{f0})$ , т. е.  $\nu_f = \nu - \frac{\sigma_f - \sigma_{f0}}{\sigma_f} = \nu - \frac{\sigma_{fn}}{\sigma_f}$ .

Ю. С. ЗАМЯТНИН, И. Н. САФИНА, Е. К. ГУТНИКОВА, Н. И. ИВАНОВА

измерений совпадают с величинами  $\alpha_f$  и  $\alpha_n$ , полученными из анализа нейтронных спектров как для чистых изотопов, так и для смеси изотопов. Исключением являются лишь  $U^{233}$  и  $Pu^{239}$ , для которых экспериментальные значения  $\alpha$ , несколько ниже вычисленных.

Авторы выражают благодарность В. А. Давиденко за интерес к работе и обсуждение результатов, А. Г. Шлыгиной, принимавшей

участие в начальной стадии работы, Ю. А. Васильеву, Г. С. Малкиэль и Е. И. Сиротинину за проведение облучений фотопластинок на ускорительной трубке, Л. С. Андреевой, Л. В. Евсеевой, Н. Ф. Николаевой и В. А. Чернышовой за участие в микроскопической обработке фотопластинок.

Поступила в редакцию 7 IX 1957 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. С. Замятнин, Е. К. Гутникова, Н. И. Иванова, И. Н. Сафина. Атомная энергия III, 540 (1957).
2. P. H. Stelson, C. Goodman. Phys. Rev. 82, 69 (1951).
3. E. R. Graves, L. Rosen. Phys. Rev. 89, 343 (1953).
4. G. K. O. Neile. Phys. Rev. 95, 1235 (1955).
5. И. И. Гуревич, К. Н. Мухин. Неопубликованная работа, 1951; Б. Г. Ерозолимский, Приложение № 1 к журналу «Атомная энергия», 1957, стр. 74.
6. V. E. Watt. Phys. Rev. 87, 1037 (1952).
7. Ю. С. Замятнин, Приложение № 1 к журналу «Атомная энергия», 1957, стр. 27.

## Радиационное окисление растворов четырехвалентного урана

В. Г. Фирсов, Б. В. Эршлер

При действии  $\gamma$ -излучения  $\text{Co}^{60}$  на сернокислые растворы четырехвалентного урана, содержащие  $0,8 \text{ N H}_2\text{SO}_4$ , в отсутствие  $\text{O}_2$  и при концентрации  $\text{U}^{+4} \sim 100 \text{ мг-экв/л}$  выход окисления  $\text{U}^{+4}$  близок к 5,0. Реакция окисления  $\text{U}^{+4}$  молекулярным ионом  $\text{H}_2$  не наблюдается даже при значительном увеличении кислотности раствора и снижении концентрации  $\text{U}^{+4}$ . При снижении концентрации  $\text{U}^{+4}$  выход уменьшается главным образом вследствие процесса рекомбинации радикалов  $\text{H}$  и  $\text{OH}$ . Выведено уравнение, дающее зависимость  $G$  от  $[\text{U}^{+4}]$  и согласующееся с данными опыта, и найдено отношение, включающее константы скорости трех реакций:  $\text{H} + \text{OH}$ ,  $\text{H} + \text{H}$  и  $\text{U}^{+4} + \text{OH}$ . При увеличении концентрации  $\text{U}^{+4}$  выше  $110 \text{ мг-экв/л}$  наблюдается снижение выхода  $G$ . Это явление, по-видимому, объясняется реакцией восстановления  $\text{U}^{+4}$  радикалами  $\text{H}$ . Рассмотрены некоторые механизмы, по которым ионы уранила могут тормозить окисление  $\text{U}^{+4}$ . На основе такого рассмотрения вычислены отношения констант скоростей реакций  $\text{UO}_2^{+2} + \text{H}$  и  $\text{H} + \text{H}$ , а также отношение, включающее константы скоростей реакций  $\text{UO}_2^{+2} + \text{OH}$ ,  $\text{H} + \text{OH}$  и  $\text{H} + \text{H}$ .

На основе предложенного механизма процесса окисления четырехвалентного урана в разбавленных растворах в присутствии иона уранила выведено уравнение, дающее зависимость  $G$  от  $[\text{U}^{+4}]$  и  $[\text{UO}_2^{+2}]$  и согласующееся с данными опыта для широкого интервала концентраций.

Химические процессы, происходящие в растворах солей четырехвалентного урана под действием  $\gamma$ -излучения, представляют практический интерес, но изучены мало. Кроме старых работ по фотохимическому восстановлению шестивалентного урана, имеется лишь сообщение Бойля и др., опубликованное в 1955 г. [1], в котором указывается, что при воздействии смешанного  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -излучения и осколков деления  $\text{U}^{+4}$  окисляется до  $\text{UO}_2^{+2}$ . Гайсинский и Дюфло [2], [3] нашли для выхода окисления  $\text{U}^{+4}$  в отсутствие кислорода значение  $G^* = 2 \div 4 \text{ экв/100 экв}$ ; кроме того, они определили выход в присутствии кислорода в зависимости от ряда факторов. Нам казалось целесообразным подвергнуть эти процессы более детальному исследованию и попытаться уяснить их механизм, используя для этого количественные данные Аллена [4], составленные в результате анализа ряда работ по радиолizu воды.

\* ) Здесь и в дальнейшем  $G$  относится к ионам  $\text{U}^{+4}$ .

### Условия опыта

Сернокислые растворы, содержавшие сульфат четырехвалентного урана и смеси с сульфатом уранила, помещались в кварцевые ампулы с пришлифованной капиллярной пробкой и подвергались действию  $\gamma$ -излучения  $\text{Co}^{60}$  в источнике с мощностью дозы  $1,28 \cdot 10^{21} \text{ эв/л} \cdot \text{мин}$  [5]. Концентрация определялась титрованием бихроматом калия по обычной методике. Изучались как обезгаженные растворы, так и насыщенные воздухом или водородом. Точность измерений 3—4%.

### Результаты измерений

На рис. 1 приведена зависимость выхода окисления  $G$  от концентрации  $\text{U}^{+4}$  в отсутствие ионов уранила. Все растворы были обезгажены и содержали  $0,8 \text{ N H}_2\text{SO}_4$ . Как видно из рисунка, с ростом  $[\text{U}^{+4}]$  величина  $G$  возрастает и стремится к пределу, но в даль-

В. Г. ФИРСОВ, Б. В. ЭРШЛЕР

нейшем уменьшается. Значительное повышение кислотности раствора при  $[U^{+4}] = 5,33 \text{ мг-экв/л}$  почти не влияет на выход  $G$  (рис. 2), так же как и насыщение раствора водородом. В присутствии кислорода значение  $G$  повышается до  $16,0 \pm 1,0 \text{ экв/100 экв}$ , т. е. с точностью данных эксперимента ока-

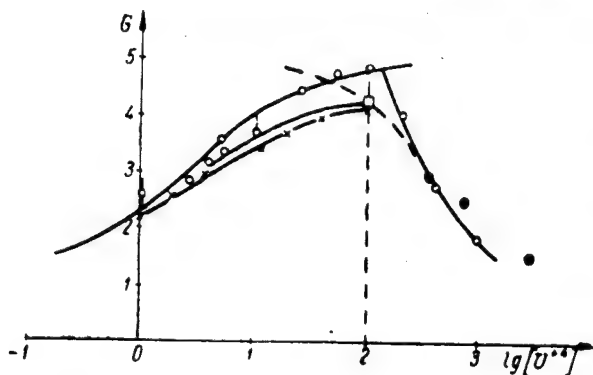


Рис. 1. Зависимость выхода окисления  $U^{+4}$  от его концентрации ( $UO_2^{+2}$  отсутствует).

○ — наши данные ( $1,09 \cdot 10^{21} \text{ экв/л} \cdot \text{мин}$ ), □ — наши данные ( $1,29 \cdot 10^{20} \text{ экв/л} \cdot \text{мин}$ ), × — данные Гайсинского и Дюфло ( $0,055 - 1,07 \cdot 10^{20} \text{ экв/л} \cdot \text{мин}$ ), ● — данные Бойля и др. (осколки деления), — — — — — расчетные данные по уравнению (II).

зывается равным выходу радиационного окисления двухвалентного железа в тех же условиях.

С ростом концентрации иона уранила в отсутствии  $O_2$  величина  $G$  заметно снижается

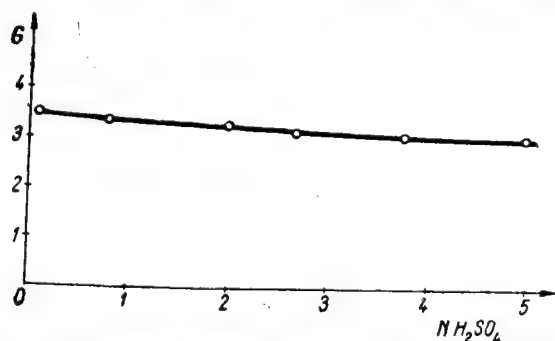


Рис. 2. Влияние концентрации  $H_2SO_4$  на выход окисления  $U^{+4}$  ( $\Sigma U = 5,33 \text{ мг-экв/л}$ , доля  $U^{+4} = 80,0 \pm 1,6\%$ ).

(рис. 3). Сумма концентраций  $U^{+4}$  и  $UO_2^{+2}$ , которую мы будем далее обозначать через  $\Sigma U$ , остается вдоль кривых рис. 3 постоянной, доля же каждого из этих компонентов

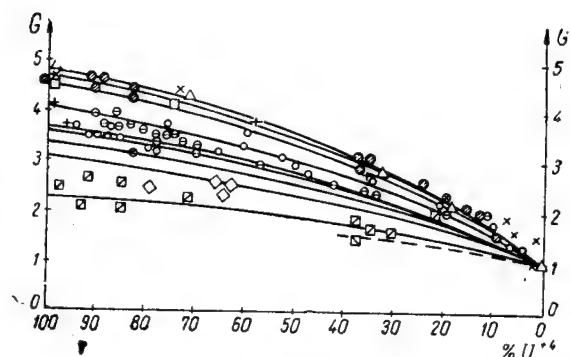


Рис. 3. Зависимость выхода окисления четырехвалентного урана от соотношения  $U^{+4}$  и  $UO_2^{+2}$  при  $\Sigma U = \text{const}$ .

△ — 110 мг-экв/л, ○ — 6,35 мг-экв/л, □ — 1,065 мг-экв/л  
× — 53,25 мг-экв/л, ○ — 5,33 мг-экв/л, ▢ — 0,53 мг-экв/л  
□ — 25,96 мг-экв/л, ⊗ — 4,26 мг-экв/л, ● — 5,33 мг-экв/л  
× — 10,65 мг-экв/л, ◇ — 2,85 мг-экв/л,  $U^{+4} + 0,1 \text{ М глюкоза}$ .

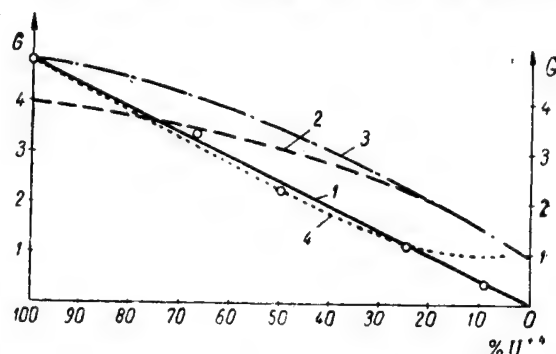


Рис. 4. Зависимость выхода окисления урана от концентрации иона уранила.

Кривая 1 — при  $[U^{+4}] = 106,5 \text{ мг-экв/л}$ , кривая 2 — при  $[U^{+4}] = 10,0 \text{ мг-экв/л}$ , кривая 3 — расчет по уравнению (II), кривая 4 — расчет по уравнению (IV).

меняется. На рис. 4 приведены кривые зависимости  $G$  от  $[UO_2^{+2}]$  при постоянном значении  $[U^{+4}]$ .

### Обсуждение

При анализе полученных результатов мы основывались на данных, приведенных в сводке Аллена [4] по выходу различных компонентов при радиоллизе воды. Эти данные можно записать суммарным уравнением

$$(n + 2k) H_2O = (m + 2l) H_2O = nH + mOH + kH_2 + lH_2O_2, \quad (1)$$

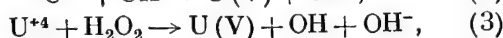
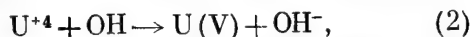
в котором буквенные коэффициенты означают количество соответствующего компонента, возникающего при поглощении в воде



## РАДИАЦИОННОЕ ОКИСЛЕНИЕ РАСТВОРОВ ЧЕТЫРЕХВАЛЕНТНОГО УРАНА

100 эв. По Аллену  $n = 3,64$ ,  $m = 2,86$ ,  $k = 0,48$ ,  $l = 0,87$ .

Значение  $G$  достаточно близко к величине максимума в интервале 26—110 мг-эке/л  $U^{+4}$  (рис. 1) и с точностью измерений совпадает с величиной  $m + 2l = 4,60$  по Аллену, т. е. с суммой окислительных компонентов, возникающих в воде при поглощении 100 эв. Это, очевидно, объясняется протеканием реакций



в которых расходуются все окислительные компоненты.

Удаление ионов  $U(V)$ , вероятно, происходит в результате диспропорционирования, идущего, как известно, с достаточно большой скоростью [6], [7].

Совпадение предельной величины выхода со значением  $m + 2l$  показывает, что комплекс  $H_2^+$  не обладает окислительными свойствами при радиолизе растворов  $U^{+4}$  в противоположность тому, что предполагается для случая  $Fe^{+2}$  [8], [9]. Значительное повышение кислотности, способствующее увеличению концентрации ионов  $H_2^+$  и, следовательно, их участию в процессе окисления, также не увеличивает  $G$  (рис. 2). Таким образом, в области верхней части кривой рис. 1 радикалы  $H$  могут удаляться из раствора только путем рекомбинации с образованием  $H_2$ :



В присутствии же кислорода они участвуют в окислении  $U^{+4}$ , по-видимому, по тому же механизму, что и при радиационном окислении  $Fe^{+2}$ , т. е. через образование радикала  $HO_2$ ; по крайней мере, наблюдается количественное совпадение выходов окисления для обеих реакций.

Насыщение растворов водородом не уменьшает выход  $G$ , что является доводом в пользу отсутствия реакции  $H_2 + OH \rightarrow H_2O + H$  даже в разбавленных растворах. Поэтому мы принимаем, что в условиях наших опытов молекулярный водород остается химически инертным.

Конкуренция между радикалами  $H$  и  $U^{+4}$  в отношении окислительных компонентов продуктов радиолиза воды мала в области  $[U^{+4}] = 26—110$  мг-эке/л. Очевидно, она становится возможной при достаточном понижении концентрации  $U^{+4}$ , как это следует из спада кривой в левой части рис. 1. В качестве реакции, конкурирующей с реакциями (2) и (3), мы будем учитывать только реакцию



Такое приближение в известной мере оправдано тем, что более 80% окислительных компонентов, получающихся при радиолизе воды, приходится на долю радикалов  $OH$ , возникающих как непосредственно из воды, так и из  $H_2O_2$  в результате последующих ее реакций, например реакции (3). Дополнительным подтверждением правильности этого предположения является также и совпадение получающихся уравнений с данными опыта.

Рассмотрение механизма окисления  $U^{+4}$  методом стационарных состояний по реакциям (1) — (5) приводит к следующей зависимости  $G$  от концентрации ионов  $[U^{+4}]$ :

$$\left(\frac{100n}{I}\right)^{1/2} \frac{K_2 K_4^{1/2}}{K_5} = \frac{G-l}{n+2k-G} (1/2G-k)^{1/2} \frac{1}{[U^{+4}]}, \quad (I)$$

где  $K_2$ ,  $K_4$  и  $K_5$  — формальные константы скорости соответствующих реакций,  $I$  — интенсивность излучения в эв/л·мин,  $n$  — число

Таблица 1

Значения  $\left(\frac{100n}{I}\right)^{1/2} \frac{K_2 K_4^{1/2}}{K_5}$  при различных концентрациях  $[U^{+4}]$

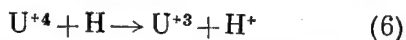
$[U^{+4}]$ , г-эке/л·10 <sup>3</sup>	2,85	4,26	5,33	26,0	53,25	110	Среднее 363±13
$\left(\frac{100n}{I}\right)^{1/2} \frac{K_2 K_4^{1/2}}{K_5}$	277	300	382*)	320	357*)	350*)	
*) Наиболее надежные данные.							

В. Г. ФИРСОВ, Б. В. ЭРШЛЕР

Авогадро,  $[U^{+4}]$  — концентрация четырехвалентного урана в *г-экв/л*. В табл. 1 приведены значения величины  $\left(\frac{100n}{I}\right)^{1/2} \frac{K_2 K_4^{1/2}}{K_5}$ , вычисленные из уравнения (I) путем подстановки опытных значений  $G$  и  $[U^{+4}]$ , а также значений  $m, n, k, l$ , найденных Алленом. Из-за небольшого расхождения величины  $m + 2l$ , найденной в наших опытах, с данными Аллена (5,0 и 4,60 соответственно) мы должны были исправить коэффициенты Аллена для нашего случая. Для  $m + 2l$  было принято значение 5,0; величины  $m, n, k, l$  были умножены на фактор 1,087.

Если учесть, что отдельные множители, входящие в правую часть уравнения (I), в рассмотренном интервале  $[U^{+4}]$  изменяются в 20–30 раз, то выявленное на опыте постоянство величины  $\left(\frac{100n}{I}\right)^{1/2} \frac{K_2 K_4^{1/2}}{K_5}$  следует признать удовлетворительным. Левая ветвь кривой рис. 1 построена по уравнению (I) с применением для константы значения  $3,63 \cdot 10^2$ , взятого из табл. 1. Расчетная кривая хорошо совпадает с экспериментальными данными до области максимума.

Спад  $G$  после максимума естественно объяснить наступающей конкуренцией реакции



с реакцией (4), так как, очевидно, реакция (5) не происходит. Учет реакции (6) приводит к уравнению

$$\left(\frac{I}{100n}\right)^{1/2} \frac{K_6}{K_4^{1/2}} = \frac{n + 2k - G}{(1/2G - k)^{1/2}} \frac{1}{[U^{+4}]} \quad (II)$$

Построенная по этому уравнению кривая зависимости  $G$  от  $[U^{+4}]$  нанесена на рис. 1 пунктиром; она хуже согласуется с опытными данными. Следует, однако, учесть, что правее максимума с ростом  $[U^{+4}]$  уже заметно увеличивается общая концентрация ионов в растворе. Если предположить, что в реакции (6) участвуют какие-либо комплексы ионов  $U^{+4}$  с ионом сульфата, то согласие с опытом значительно улучшается.

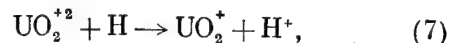
Вопрос о механизме процессов, происходящих в растворах  $U^{+4}$  при

$$[U^{+4}] > 110 \text{ мг-экв/л,}$$

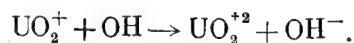
требует изучения. Мы предполагаем в дальнейшем изучить зависимость крутизны спада кривой (правая ветвь на рис. 1) от концентрации анионов и интенсивности излучения.

Падение  $G$  при накоплении в растворе ионов уранила (см. рис. 3) указывает на взаимодействие последних с радикалами  $H$  или  $OH$ . Однако анализ механизма этого взаимодействия затруднен, так как при  $[U^{+4}] < 110 - 25 \text{ мг-экв/л}$  реакции иона уранила с радикалами должны будут конкурировать с реакцией (5). Мы попытаемся учесть это обстоятельство.

Вдоль верхней кривой рис. 3 концентрация  $U^{+4}$  на значительном протяжении остается выше 25 *мг-экв/л*, и, следовательно, влияние реакции (5) не является причиной наблюдаемого снижения  $G$ . Можно предположить поэтому, что выход снижается лишь из-за реакции  $UO_2^{+2}$  с радикалами. В качестве последней обычно принимают реакцию



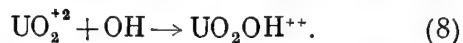
сопровождаемую процессом



Учитывая реакции (7), получаем уравнение

$$\left(\frac{I}{100n}\right)^{1/2} \frac{K_7}{K_4^{1/2}} = \frac{n + 2k - G}{(1/2G - k)^{1/2}} \frac{1}{[UO_2^{+2}]}, \quad (III)$$

согласно которому выход зависит только от  $[UO_2^{+2}]$ , поскольку все остальные члены являются константами. Этот результат даже качественно плохо согласуется с тем фактом, что кривые рис. 3 для  $\Sigma U$ , равной 25,96; 53,25 и 110 *мг-экв/л*, почти сливаются друг с другом. Действительно, на оси абсцисс рис. 3 отложено отношение концентраций  $U^{+4}$  и  $UO_2^{+2}$ , поэтому близость трех верхних кривых означает, что в указанном выше интервале  $\Sigma U$  величина  $G$  должна быть функцией только этого отношения. Такое положение было бы возможно, если бы имела конкуренция между  $U^{+4}$  и  $UO_2^{+2}$  за один и тот же окислительный компонент, возникающий при радиолизе воды. В качестве реакции иона  $UO_2^{+2}$ , конкурирующей с процессом окисления  $U^{+4}$ , можно принять



Образовавшийся при этом неустойчивый комплекс значительно медленнее реагирует с  $U^{+4}$ , чем с радикалом  $H$ . На основании этого предположения получается уравнение



## РАДИАЦИОННОЕ ОКИСЛЕНИЕ РАСТВОРОВ ЧЕТЫРЕХВАЛЕНТНОГО УРАНА

$$\frac{K_8}{K_2} = \frac{n+2k-G}{G-l} \frac{[U^{+4}]}{[UO_2^{+2}]}, \quad (IV)$$

в котором  $G$  зависит только от отношения  $[U^{+4}]/[UO_2^{+2}]$ . Ниже приведены результаты расчетов констант, определяемых по уравнениям (III) и (IV).

Таблица 2

Значения констант  $\left(\frac{I}{100n}\right)^{1/2} \frac{K_7}{K_4^{1/2}}$  и  $\frac{K_8}{K_2}$  в зависимости от величины отношения  $\frac{[U^{+4}]}{[UO_2^{+2}]}$  и  $[UO_2^{+2}]$  для  $\Sigma U = 110$  мг-экв/л

$G$	4,32	3,55	2,81	2,20	
$[U^{+4}]/[UO_2^{+2}]$	2,51	1,0	0,49	0,22	
$[UO_2^{+2}]$ г-экв/л · 10 <sup>3</sup>	30,3	53,3	71,0	87,3	
$\frac{K_8}{K_2}$	0,51	0,55	0,58	0,50	
$\left(\frac{I}{100n}\right)^{1/2} \frac{K_7}{K_4^{1/2}}$	17,4	24,1	33,2	42,0	
					Среднее 0,54 ± 0,03

Как видно из табл. 2, константа уравнения (IV) хорошо согласуется с опытными данными, изменяясь лишь на ± 7% от своего среднего значения при изменении отношения  $[U^{+4}]/[UO_2^{+2}]$  более чем в 10 раз; константа же уравнения (III) в том же интервале увеличивается в 2,5 раза.

Можно было предположить, что на снижение выхода  $G$  влияют обе реакции (7) и (8). В таком случае при равной величине отношения  $[U^{+4}]/[UO_2^{+2}]$  по мере снижения концентрации  $UO_2^{+2}$  будет превалировать реакция (8), а при повышении  $[UO_2^{+2}]$  — реакция (7). Для проверки этого предположения были проведены измерения  $G$  при постоянной концентрации  $U^{+4}$ , равной 106,5 мг-экв/л, и возрастающей концентрации ионов  $UO_2^{+2}$ . В этом опыте, очевидно, исключены реакции (5) и (6). Расхождение кривых рис. 4, рассчитанных по уравнениям (III) и (IV), показывает, что при больших концентрациях  $UO_2^{+2}$  величина  $G$  перестает быть функцией только отношения

$$[U^{+4}]/[UO_2^{+2}].$$

Это же подтверждают данные табл. 3, из которых следует, что для кривой, вычисленной по уравнению (III), константа сохраняет большее постоянство.

Таблица 3

Величины  $\left(\frac{I}{100n}\right)^{1/2} \frac{K_7}{K_4^{1/2}}$  и  $\frac{K_8}{K_2}$  при  $[U^{+4}] = 106,5$  мг-экв/л, вычисленные по уравнениям (III) и (IV)

$G$	3,42	2,24	1,19	
$[U^{+4}]/[UO_2^{+2}]$	2,0	1,0	0,33	
$[UO_2^{+2}]$ г-экв/л · 10 <sup>3</sup>	53,25	106,5	319,5	Среднее 34,1 ± 5,2
$\left(\frac{I}{100n}\right)^{1/2} \frac{K_7}{K_4^{1/2}}$	27,2	33,2	42,0	
$\frac{K_8}{K_2}$	1,28	2,14	5,16	

При концентрации  $UO_2^{+2}$  ниже 110 мг-экв/л торможение лучше объясняется при допущении реакции  $UO_2^{+2} + OH$ ; при более высоких концентрациях реакция  $UO_2^{+2} + H$ , по-видимому, начинает играть большую роль в процессе снижения  $G$ .

На рис. 3 приведены результаты (до 180 серий опытов по 7—10 точек в каждой серии) для  $G$  при  $[U^{+4}]$  и  $[UO_2^{+2}] < 26$  мг-экв/л. Из сказанного выше следует, что в этих условиях снижение  $G$  должно вызываться только реакциями (8) и (5), но не (7). Приняв во внимание это обстоятельство, получаем уравнение

$$\frac{K_8 [UO_2^{+2}]}{K_2 [U^{+4}]} + \left(\frac{I}{100n}\right)^{1/2} \frac{K_5}{K_2 K_4^{1/2}} \frac{(1/2 G - k)^{1/2}}{[U^{+4}]} = \frac{n+2k-G}{G-l}. \quad (V)$$

Серия кривых на рис. 3 построена по этому уравнению при  $\frac{K_8}{K_2} = 0,54$  и

$$\left(\frac{I}{100n}\right)^{1/2} \frac{K_5}{K_2 K_4^{1/2}} = 1,363$$

В. Г. ФИРСОВ, Б. В. ЭРШЛЕР

(см. табл. 1 и 2) для значений  $\Sigma U$ , указанных под рисунком. Как видно, наблюдается хорошее согласие с экспериментальными данными, что может служить доказатель-

ством в пользу предлагаемого нами механизма окисления четырехвалентного урана в этих условиях.

Поступила в редакцию 20 V 1957 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. J. W. Boyd, W. F. Kieffer, C. J. Hochanadel, T. J. Sworski, J. A. Ghormly. Proc. Intern. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy, Geneva, 1955, U. N., N.-Y., 1956, v. 7, p. 576.
2. M. Haissinsky, J. chim. phys. et phys.-chim. biol. 53, 542 (1956).
3. M. Haissinsky, M. Duflo, J. chim. phys. et phys.-chim. biol. 53, 970 (1956).
4. A. O. Allen. Radiation Res. I, 85 (1954).
5. В. Г. Фирсов. Атомная энергия II, 182 (1957).
6. H. G. Heal. Nature 157, 225 (1946).
7. H. G. Heal, G. N. Thomas. Trans. Faraday Soc. 45, 11 (1949).
8. T. Rigg, G. Stein, J. Weiss. Proc. Roy. Soc. A211, 375 (1952).
9. T. Rigg, G. Stein, J. Weiss. J. Amer. Chem. Soc. 77, № 17, 4526 (1955).

## Изучение скорости магнетермического процесса получения циркония

Ф. Г. Решетников, Е. Н. Обломеев

Описывается установка для изучения скорости магнетермического процесса получения циркония методом «плавающего тигля» — путем измерения  $\gamma$ -уровнемером с  $\text{Co}^{60}$  уровня расплава  $\text{MgCl}_2 + \text{KCl}$ , поднимающегося вследствие увеличения веса погруженного в расплав реакционного тигля. Давление паров хлорида циркония в восстановительном аппарате измерялось обычными манометрами, соединенными через затвор с расплавленным оловом с пространством внутри восстановительного аппарата.

Измерения показали, что в испарителе, нагретом до  $450^\circ \text{C}$ , температура хлорида циркония во время магнетермического процесса не превышает  $330^\circ \text{C}$ .

Средняя скорость магнетермического восстановления хлорида циркония растет при повышении температуры реакционного тигля с  $760$  до  $850^\circ \text{C}$  медленнее, чем при повышении температуры испарителя с  $460$  до  $490^\circ \text{C}$ . Определяющими факторами скорости магнетермического процесса получения циркония являются температура испарителя и зависящие от нее скорость возгонки и давление паров хлорида циркония.

В отличие от большинства металлотермических процессов восстановление хлорида циркония магнием проводится с небольшой скоростью. Так, в наших опытах для восстановления  $4\text{--}5$  кг хлорида требовалось  $3\text{--}4$  часа. В работе [1] указывается, что для восстановления  $240$  кг хлорида циркония выдержка при рабочих температурах составляет  $14$  час., а весь процесс, включая вспомогательные операции, занимает более  $32$  час.

В литературе имеется мало сведений [1], [2] о влиянии различных факторов на скорость процесса, а также о методиках изучения этого вопроса.

Применение способа, описанного в работе [2], оказалось неудачным, в частности, потому, что в аппарате необходимо было поддерживать давление, близкое к  $1$  ат. Это не позволяло вести процесс по любому заданному режиму. Поэтому были разработаны аппаратура и метод (условно названный методом плавающего тигля), в котором скорость процесса определялась непосредственно по

весу прореагировавшего хлорида циркония. Последний измерялся с помощью  $\gamma$ -уровнемера с  $\text{Co}^{60}$  по уровню расплавленной соли, вытесненной плавающим реакционным тиглем.

### Аппаратура

На рис. 1 дан общий вид установки для изучения скорости магнетермического восстановления хлорида циркония. Она состоит из верхней печи с теплоизолирующей крышкой 3, предназначенной для испарения хлорида циркония; эта крышка поставлена на теплоизолирующее кольцо, опирающееся на нижнюю печь 6, в которой нагревается реакционный тигель 8. В печи помещен герметичный (сохраняющий вакуум и выдерживающий избыточное давление) реакционный аппарат 15, снабженный двухходным вакуумным краном 11. Последний предназначен для промывки и заполнения аппарата аргоном, а также для выпуска избыточного газа в период начального нагрева аппарата.

Ф. Г. РЕШЕТНИКОВ, Е. Н. ОБЛОМЕЕВ

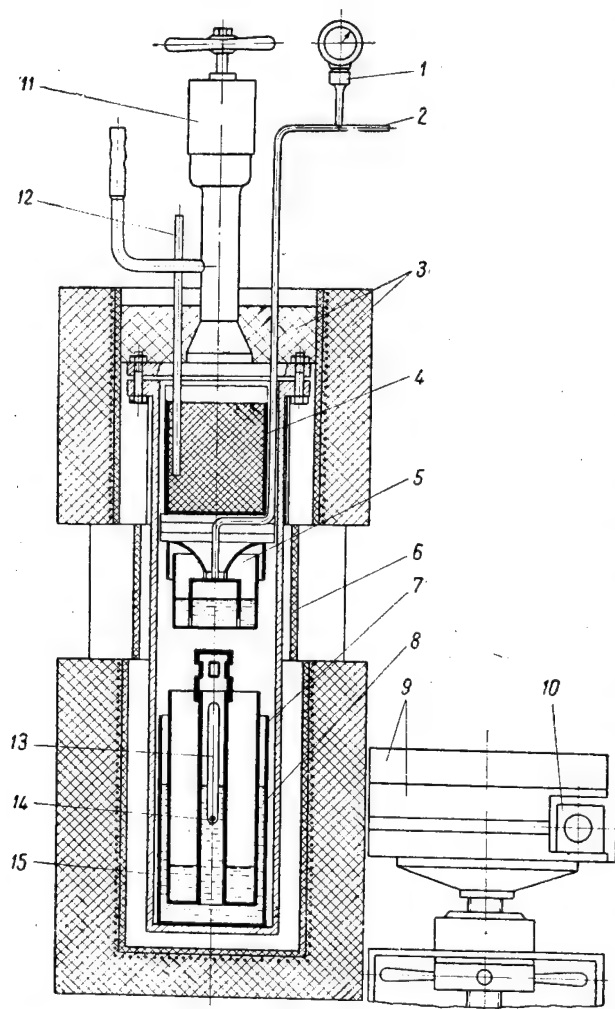


Рис. 1. Общий вид установки для определения скорости восстановления.

1—пружинный манометр, 2—к ртутному манометру, 3—верхняя печь с теплоизолирующей крышкой, 4—испаритель с хлоридом, 5—затвор, 6—теплоизолирующее кольцо и нижняя печь, 7—стакан, 8—реакционный тигель, 9—свинцовый коллиматор, 10—датчик  $\gamma$ -счетчика, 11—двухходовой кран, 12—чехол для термонпары, 13—ампула-поплавок, 14— $\text{Co}^{60}$ , 15—реакционный аппарат.

Реакционным тиглем служит стакан 8, загруженный магнием, с центральной трубкой (плавающий тигель). Он помещался в другой стакан 7, частично заполненный эвтектической смесью  $\text{MgCl}_2 + \text{KCl}$ . В центральную трубку помещалась тонкостенная кварцевая или металлическая ампула 13 с кобальтовым источником 14, заваренным в чехол из нержавеющей стали. Размеры и вес ампулы подбирались так, чтобы она

свободно плавала в расплавленной смеси  $\text{MgCl}_2 + \text{KCl}$ . Стакан с реакционным тиглем помещался в аппарат для восстановления. Сначала нагревалась нижняя часть аппарата до расплавления смеси  $\text{MgCl}_2 + \text{KCl}$ . При этом реакционный тигель с магнием и ампула с  $\text{Co}^{60}$  всплывали. Положение ампулы отмечалось по максимальному  $\gamma$ -излучению  $\gamma$ -счетчиком 10 с точностью  $\pm 1$  мм. После этого нагревался испаритель с хлоридом 4 и начиналось восстановление хлорида циркония магнием. Вес реакционного тигля увеличивался, он глубже опускался в расплав, поднимая ампулу с  $\text{Co}^{60}$ . Высота подъема ампулы, пропорциональная количеству прореагировавшего хлорида циркония, определялась по вертикальному перемещению максимальной  $\gamma$ -активности. Размеры стакана и реакционного тигля выбирались так, чтобы они обеспечивали наибольший подъем ампулы с  $\text{Co}^{60}$ .

Давление пара хлорида циркония при  $437^\circ\text{C}$  достигает 25 ат, что следовало учитывать. Измерение парциального давления пара хлорида и инертного газа также представляло значительный интерес. Поэтому восстановительный аппарат был снабжен манометром для измерения давления хлорида при высокой температуре (рис. 1), который состоял из затвора 5 с расплавленным оловом, находящегося внутри восстановительного аппарата, и ртутного или пружинного манометра 1, расположенного вне аппарата и герметично соединенного с затвором. Давление, действовавшее на затвор с расплавленным оловом, передавалось от него через трубку с аргонем на внешний манометр. Точность замера давления была тем больше, чем меньше объем коммуникаций, соединяющих затвор с манометром, и разность уровней расплавленного олова в стакане и во внутренней камере затвора. В наших опытах ошибка в показаниях манометра не превышала 10 мм рт. ст.

Для уменьшения взаимодействия олова с хлорсодержащими летучими веществами ( $\text{COCl}_2$ ,  $\text{C}_2\text{Cl}_6$  и т. п.) в хлориде циркония олово рекомендуется защищать сверху легкоплавкой смесью хлоридов, например  $\text{MgCl}_2 + \text{KCl} + \text{NaCl}$ .

По разности давлений в процессе восстановления и после восстановления можно было установить давление паров хлорида циркония в процессе восстановления.

## ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ МАГНИЕТЕРМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЦИРКОНИЯ

## Измерение температуры хлорида циркония в испарителе

Контроль температуры нагрева испарителя осуществлялся термопарой 12 (см. рис. 1). Эта термопара, по существу, показывала температуру зоны печи, в которой помещен испаритель, а не температуру хлорида циркония. В производстве контролируется также температура зоны испарителя.

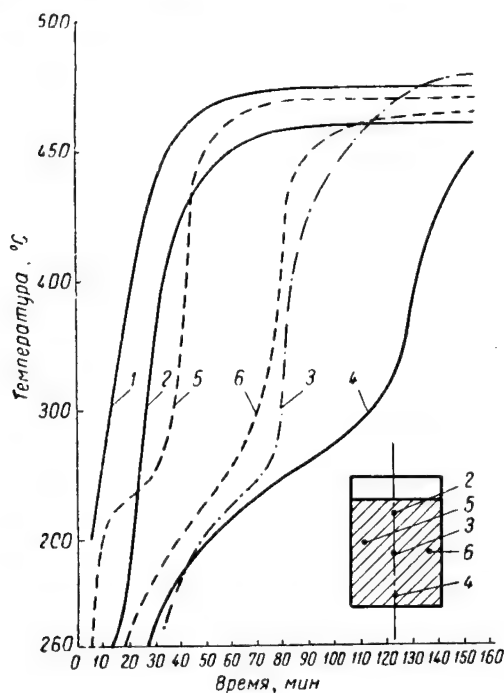


Рис. 2. Зависимость температуры хлорида циркония в различных точках испарителя от времени.

1 — показание контрольной термопары, 2—6 — показания термопар, расположение которых в испарителе изображено схематически на графике.

В наших опытах при температуре зоны испарителя  $450-500^{\circ}\text{C}$  давление в аппарате не превышало  $3\text{ ат}$ , что указывало на наличие значительного температурного градиента между хлоридом циркония и периферией зоны испарителя.

Для измерения действительной температуры хлорида циркония в испаритель были дополнительно введены пять термопар, показания и расположение которых графически изображены на рис. 2. Из графика видно, что температура в верхней части стакана-

испарителя и вблизи его стенки, показываемая термопарой 1, поднимается значительно раньше, чем в местах расположения других термопар. Обращает на себя внимание наличие перегибов на кривых термопар 3, 4, 5 и 6 в интервале  $\sim 310-330^{\circ}\text{C}$ , т. е. примерно при температуре возгонки хлорида под атмосферным давлением. Из зависимости времени появления перегиба от расположения термопар следует, что пока термопара находится в хлориде ее показания не превышают  $330^{\circ}\text{C}$ . Когда уровень испаряющегося хлорида оказывается ниже расположения соответствующей термопары, она отмечает скачок — быстрое повышение температуры. Следовательно, температура хлорида не превышает  $\sim 330^{\circ}\text{C}$  даже при нагреве зоны испарителя до  $450^{\circ}\text{C}$ . Этим можно воспользоваться, в частности, для контроля окончания возгонки всего хлорида циркония.

## Измерение скорости магнietермического процесса получения циркония

На рис. 3 приведена типичная запись параметров режима опыта по определению

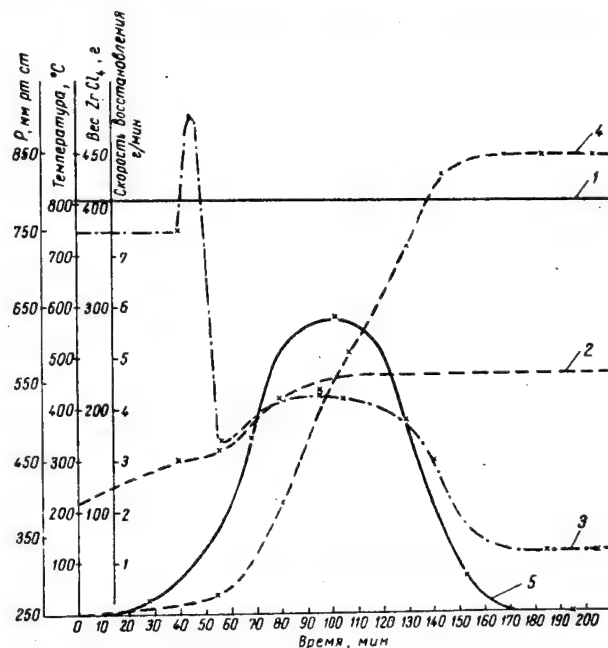


Рис. 3. Изменение параметров режима в процессе восстановления хлорида циркония магнием.

1 — температура реакционного тигля, 2 — температура испарителя, 3 — изменение давления  $P$  в аппарате, 4 — изменение веса реакционного тигля, 5 — скорость восстановления.

Ф. Г. РЕШЕТНИКОВ, Е. Н. ОБЛОМЕЕВ

скорости процесса при постоянной температуре реакционного тигля. Первый максимум на кривой давления 3 соответствует десорбции летучих, содержащихся в хлориде циркония, а второй, пологий— характеризует максимальное давление в аппарате, состоящее из давления аргона и паров хлорида циркония. Летучие, выделяющиеся при нагреве хлорида циркония, сравнительно быстро реагируют с магнием и частично с материалом аппаратуры и в дальнейшем не создают давления в аппарате. После окончания восстановления в аппарате устанавливается давление, равное давлению аргона. Разность между давлением во время процесса восстановления и давлением аргона равна (исключая период десорбции летучих) давлению паров хлорида циркония.

Из рис. 4 видно, что средняя скорость восстановления с повышением температуры испарителя резко возрастает (кривая I). Парциальное же давление хлорида циркония при этом изменяется незначительно (кривая II). Это указывает на то,

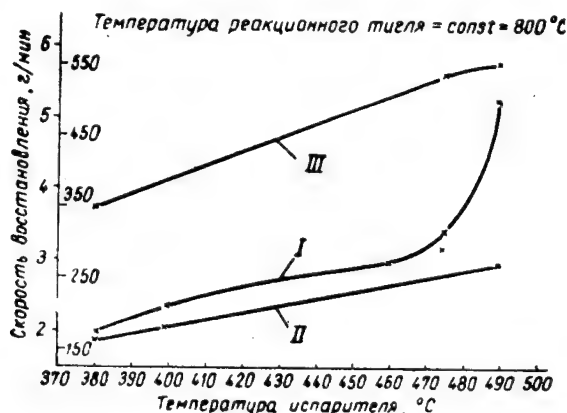


Рис. 4. Зависимость средней скорости восстановления (I), давления хлорида циркония (II) и давления аргона (III) от температуры испарителя.

что определяющими факторами средней скорости процесса являются температура нагрева испарителя данной конструкции и зависящие от нее скорость возгонки и парциальное давление паров хлорида циркония.

Чрезмерное увеличение скорости возгонки хлорида циркония может привести к недопустимому повышению температуры реакционного тигля и к загрязнению получающегося металлического циркония вслед-

ствие взаимодействия его с материалом тигля. В случае форсированного восстановления хлорида циркония для понижения температуры реакционного тигля может быть рекомендовано уменьшение нагрева реакционной

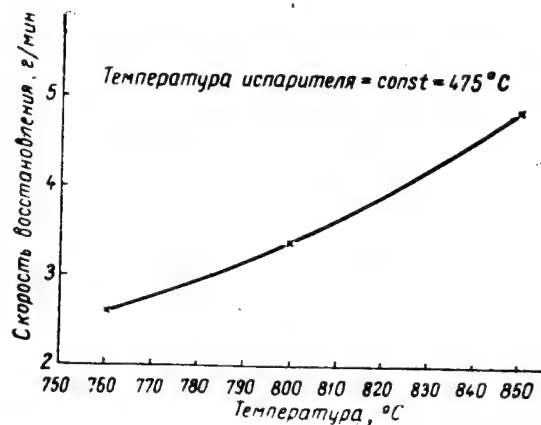


Рис. 5. Зависимость средней скорости восстановления от температуры реакционного тигля.

зоны аппарата или в зависимости от масштаба восстановления полное отключение печи и даже охлаждение аппарата.

Повышение скорости возгонки хлорида может быть достигнуто не только за счет повышения температуры, но и за счет увеличения поверхности возгонки, т. е. изменения формы и размеров испарителя. Скорость самой реакции взаимодействия паров хлорида циркония с расплавленным магнием, по-видимому, весьма велика.

Из зависимости средней скорости магнетермического процесса от температуры реакционного тигля (рис. 5) видно, что в пределах 760—850° С средняя скорость изменяется медленнее, чем в случае повышения температуры испарителя с 460 до 490° С (рис. 4). Это объясняется тем, что лимитирующим звеном скорости восстановления является, как отмечалось выше, скорость возгонки хлорида циркония. При постоянной и более высокой концентрации паров хлорида в аппарате влияние температуры реакционного тигля на скорость процесса может оказаться более существенным.

Приведенные данные о скорости процесса (в г/мин) получены при использовании плавающего реакционного тигля диаметром 80 мм. С изменением размеров тигля абсо-

ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ МАГНИЕТЕРМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЦИРКОНИЯ

лютные значения этих данных изменятся, но зависимость скорости процесса от температуры испарителя и реакционного тигля останется, по-видимому, такой же. Выразить скорость процесса в *г/мин* на единицу объема тигля или поверхности, на которой протекает реакция взаимодействия хлорида циркония с магнием, не представляется возможным вследствие изменения объема реакционной поверхности в течение опыта.

Поступила в редакцию 29 V 1957 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. S. M. Shelton, E. D. Dilling. The Manufacture of Zirconium Sponge. Zirconium and Zirconium Alloys. A.S.M. Cleveland, Ohio, 1953, p. 82.
2. F. E. Block, A. D. Abraham. J. Electrochem. Soc. 102, № 6, 311 (1955).



## Определение растворимости труднорастворимых соединений с помощью неизотопных радиоактивных индикаторов

Н. Б. Михеев

Установлены закономерности перехода микроэлемента, истинно изоморфного с соединением макроэлемента, в раствор при частичном растворении твердой фазы, содержащей микроэлемент. Разработан метод определения растворимости труднорастворимых соединений с помощью неизотопных, но истинно изоморфных с данным соединением радиоактивных индикаторов. Выяснено влияние степени достижения термодинамического равновесия между всем осадком и насыщенным раствором на характер кривых, используемых для определения растворимости. Предложен метод определения растворимости труднорастворимых соединений в растворах, содержащих одноименные ионы. Найденные соотношения подтверждены на примерах определения растворимости  $\text{BaSO}_4$  по  $\text{Sr}^{90}$  и  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$  по  $\text{Cs}^{134}$ .

В статье Коренмана и др. [1] предлагается новый метод определения растворимости труднорастворимых соединений с помощью неизотопных (но истинно изоморфных с данным соединением) радиоактивных индикаторов. В этой работе не содержится достаточно убедительных данных в пользу применимости такого метода. Напротив, полученные авторами результаты, касающиеся определения растворимости тетрароданомеркура кадмия с использованием в качестве радиоактивных индикаторов  $\text{Cd}^{115}$  (изотопный индикатор) и  $\text{Zn}^{65}$  (неизотопный индикатор), приводят к расхождению данных растворимости почти в 4 раза, что нельзя признать удовлетворительным. Обосновывая свои исследования, авторы статьи исходят из следующих предпосылок: 1) при насыщении раствора еще не устанавливается термодинамическое равновесие между всем осадком и насыщенным раствором; 2) соотношение между макро- и микроэлементами в обеих фазах одинаково. Если с первым положением можно согласиться, то второе утверждение справедливо лишь в том случае, когда макро- и микроэлементы являются изотопами.

При выборе в качестве компонентов системы различных элементов, способных образовать истинно изоморфные твердые рас-

творы, состояние термодинамического равновесия характеризуется следующим соотношением [2]:

$$\frac{x}{y} = D \frac{(1-x)}{(1-y)}, \quad (1)$$

где  $x$ ,  $y$  и  $(1-x)$ ,  $(1-y)$  — соответственно содержание микро- и макроэлементов в осадке и в растворе,  $D$  — коэффициент кристаллизации.

Рассмотрим случай, когда для насыщения раствора используется соединение, содержащее радиоактивный индикатор, истинно изоморфный с данным соединением. Обозначим количество макроэлемента, взятое для насыщения раствора, через  $B$ , тогда содержание в навеске микроэлемента  $A = kB$ , где  $k$  — коэффициент пропорциональности.

Используя уравнение (1), получим

$$\frac{A-a}{B-b} = D \frac{a}{b}, \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  — содержание микро- и макроэлемента в растворе. Полагая, что  $B = nb$  и решая уравнение (2) относительно  $a$ , находим

$$a = \frac{knb}{D(n-1)+1}, \quad (3)$$

где  $n \geq 1$ .



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Из уравнения (3) следует, что содержание микроэлемента в растворе  $a$  зависит от  $n$  и  $D$ . Анализируя соотношение (3), можно установить следующее: 1) при  $D > 1$ ,  $n > 1$   $\frac{a}{b} < \frac{A}{B}$ ; 2) когда  $D < 1$ ,  $n > 1$ ,  $\frac{a}{b} > \frac{A}{B}$ ; 3) если  $D \neq 1$ ,  $n = 1$ ,  $\frac{a}{b} = \frac{A}{B}$ ; 4) в частном случае, когда микро- и макроэлементы являются изотопами и  $D = 1$ , при  $n \geq 1$   $\frac{a}{b} = \frac{A}{B}$ . Значит, рассчитанная величина растворимости будет соответствовать ее истинному значению только в случаях 3 и 4. Особый интерес представляет случай 3, поскольку кривая  $a = f(n)$ , экстраполированная к значению  $n = 1$ , даст величину  $a$ , на основании которой может быть рассчитана истинная растворимость соединения.

При этом прежде всего необходимо решить вопрос о том, допустима ли линейная экстраполяция кривой, выражаемой соотношением (3) в области значений  $n$ ,

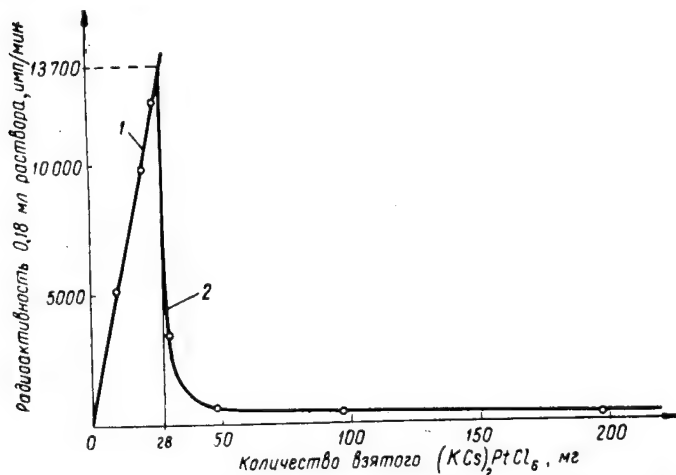


Рис. 1. Определение растворимости хлорплатината калия в воде по радиоцезию.

близких к единице. Подставив в (3)  $m = n - 1$ , находим

$$a = \frac{kb(m+1)}{Dm+1}, \quad (4)$$

где  $m \geq 0$ .

Легко видеть, что при  $Dm \ll 1$

$$a \approx kb[m(1-D) + 1]. \quad (5)$$

Из этого следует, что абсолютная ошибка

$$[\Delta a]_{\text{абс}} = \frac{kb(m+1)}{Dm+1} - kb[m(1-D) + 1].$$

Произведя простейшие преобразования, получаем

$$[\Delta a]_{\text{абс}} = kb \left[ \frac{Dm^2(D-1)}{Dm+1} \right], \quad (6)$$

откуда относительная ошибка

$$[\Delta a]_{\text{отн}} = \frac{Dm^2(D-1)}{m+1}. \quad (7)$$

Из этого видно, что при соблюдении условия  $Dm \ll 1$  можно пренебречь ошибкой, возникшей в (5) при аппроксимации кривой, выражаемой уравнением (4). Кроме того, ясно, что область линейной аппроксимации возрастает при значениях  $D$ , приближающихся к единице.

Для проверки найденных соотношений определялась растворимость хлорплатината калия в воде по радиоцезию.

#### Определение растворимости хлорплатината калия в воде по радиоцезию

Согласно литературным данным хлорплатинаты калия и цезия изоморфны [3], [4]. Растворимость  $K_2PtCl_6$  в 100 г воды при температурах 20 и 30° С составляет 0,7742 и 1 г, в то время как растворимость  $Cs_2PtCl_6$  в тех же условиях равна соответственно 0,0086 и 0,0119 г [5]. На основании этого можно заключить, что коэффициент кристаллизации цезия в системе  $K_2PtCl_6 - Cs_2PtCl_6$  значительно больше единицы. Хлорплатинат калия, индцированный  $Cs^{134}$ , приготовлялся нами путем действия раствором  $H_2PtCl_6$  на раствор  $KNO_3$ , содержащий радиоцезий. Образующийся осадок подвергался рекристаллизации при перемешивании в течение 1 часа, после чего отделялся от маточного раствора путем фильтрации через воронку с фильтрующим дном и промывался.

Промытый осадок высушивался при температуре 90° С. Для определения растворимости  $K_2PtCl_6$  небольшие навески приготовленной соли помещались в ампулы, куда заливалось во всех случаях постоянное количество воды (3 мл), после чего ампулы запаивались. В предварительных опытах было установлено, что насыщение раствора при малых соотношениях твердого и жидкого достигается за 1—2 часа встряхивания пульпы на вибрационной мешалке. Для

Н. Б. МИХЕЕВ

достижения насыщения раствора все ампулы встряхивались одновременно при температуре  $28^{\circ}\text{C}$  в течение 6 час., после чего отбирались пробы раствора для измерения радиоактивности.

Полученные результаты представлены графически на рис. 1. Как следует из графика, в области ненасыщенных растворов (когда твердая фаза полностью растворилась) наблюдается линейный рост активности (прямая 1). В присутствии твердой фазы активность раствора в соответствии с уравнением (3) для  $D > 1$  снижается (кривая 2).

С учетом вышеизложенного нами была произведена экстраполяция кривой 2 до пересечения с прямой 1. Точка пересечения соответствует значению  $a$  при  $n=1$ , откуда, зная удельную активность хлороплатината калия, легко рассчитать растворимость соли.

Найденная нами растворимость хлороплатината калия при температуре  $28^{\circ}\text{C}$  оказалась равной  $0,93 \text{ г}$  на  $100 \text{ мл}$ , что находится в согласии с литературными данными.

Следует отметить, что в поставленных опытах не было достигнуто термодинамическое равновесие между твердой фазой и раствором. В связи с этим необходимо рассмотреть вопрос о влиянии степени достижения такого равновесия на характер кривой, используемой для расчета растворимости.

#### Влияние степени достижения состояния равновесия между всем осадком и раствором на характер кривой расчета растворимости

Как указывалось выше, соотношение (3) выведено из предположения, что достигнуто состояние равновесия между всем осадком и раствором. В случае, когда равновесие достигнуто только между частью осадка и раствором, формула (3) приобретает вид

$$a = \frac{kbin}{D(in-1) + 1}, \quad (8)$$

где коэффициент  $i$  показывает степень участия осадка во взаимодействии с раствором. Из уравнения (8) следует, что увеличение степени приближения к равновесию должно выражаться в более резком ходе кривой: активность раствора — количество твердой фазы.

Для проверки этого были поставлены опыты по определению растворимости  $\text{BaSO}_4$  в воде по  $\text{Sr}^{90}$  при различном времени взаимодействия фаз.

Согласно литературным данным [3]  $\text{BaSO}_4$  и  $\text{SrSO}_4$  изоморфны. Однако растворимость  $\text{BaSO}_4$  значительно ниже растворимости  $\text{SrSO}_4$ . При температуре  $25^{\circ}\text{C}$  в  $1 \text{ л}$  насыщенного раствора содержится  $0,00246 \text{ г}$   $\text{BaSO}_4$ , в то время как при температуре  $30^{\circ}\text{C}$  содержание  $\text{SrSO}_4$  составляет  $0,114 \text{ г/л}$  [6].

На основании приведенных данных следовало ожидать, что коэффициент кристаллизации стронция в системе  $\text{BaSO}_4 - \text{SrSO}_4$  значительно меньше единицы.

Осадок  $(\text{BaSr})\text{SO}_4$  приготовлялся нами путем взаимодействия раствора  $\text{BaCl}_2$ , содержащего  $\text{Sr}^{90}$  с избытком серной кислоты при перемешивании. Для рекристаллизации осадок с маточным раствором был оставлен на ночь, после чего тщательно промыт водой.

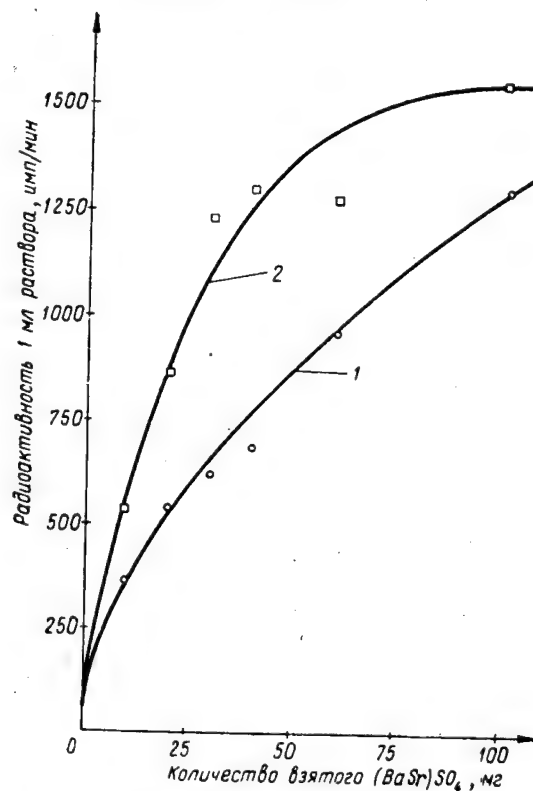


Рис. 2. Влияние степени взаимодействия  $(\text{BaSr})\text{SO}_4$  с раствором на характер кривой определения растворимости.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ ТРУДНОРАСТВОРИМЫХ СОЕДИНЕНИЙ

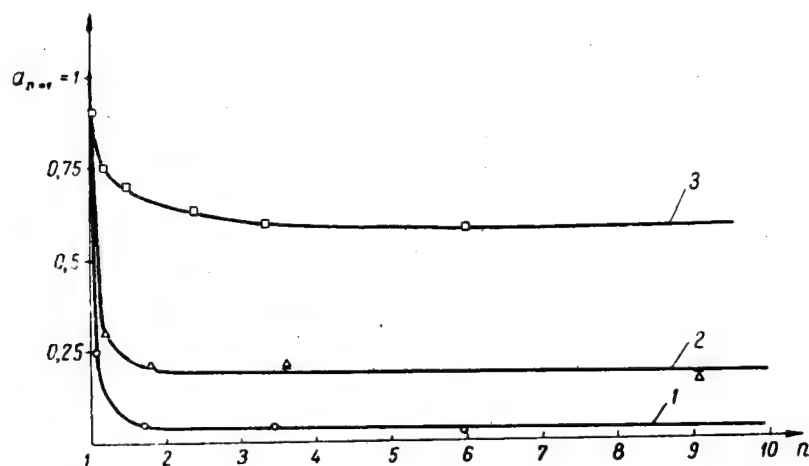


Рис. 3. Изменение характера кривых  $a=f(n)$  в зависимости от увеличения концентрации одноименных ионов в растворе.

Промытый осадок был высушен при температуре  $100^\circ\text{C}$  и использован в опытах по определению растворимости. Для определения удельной радиоактивности осадка измерялась радиоактивность его небольшой навески ( $0,23\text{ мг}$ ) в тех же условиях, при которых впоследствии производилось измерение проб насыщенного раствора. Количество  $(\text{BaSr})\text{SO}_4$ , применяемое для насыщения раствора, изменялось от опыта к опыту, в то время как объем воды в каждом случае составлял  $50\text{ мл}$ . Приготовленные суспензии подвергались встряхиванию на вибрационной мешалке при температуре  $28^\circ\text{C}$ . После 12- и 24-часового встряхивания от раствора отбирались пробы, однако измерение радиоактивности приготовленных препаратов производилось спустя 15 дней, т. е. после достижения радиоактивного равновесия между  $\text{Sr}^{90}$  и  $\text{Y}^{90}$ . Полученные результаты представлены графически на рис. 2, из которого следует, что кривая 1, соответствующая 12-часовому насыщению, при экстраполяции к началу координат сходится с кривой 2, соответствующей 24-часовому взаимодействию твердой фазы с раствором. На основании этого можно заключить, что в обоих случаях было достигнуто состояние насыщения раствора. Более резкий ход кривой 2 обусловлен большей полнотой взаимодействия фаз и, следовательно, большим значением коэффициента  $i$ .

Из полученных данных можно определить величину  $a$  при  $n \approx 1$  и затем, зная удельную

радиоактивность  $(\text{BaSr})\text{SO}_4$ , рассчитать растворимость  $\text{BaSO}_4$ . Найденная нами растворимость  $\text{BaSO}_4$  при  $28^\circ\text{C}$  составляет  $2,6\text{ мг/л} \pm 25\%$ , что находится в согласии с литературными данными.

#### Определение растворимости соли в присутствии одноименных ионов

Как показали расчеты, метод неизотопных радиоактивных индикаторов может быть применен для определения растворимости соли в присутствии одноименных ионов. В состоянии термодинамического равновесия между осадком и раствором соблюдается следующее соотношение:

$$\frac{A-a}{B-b} = D \frac{a}{b(q+1)}, \quad (9)$$

где  $qb$  — содержание макроэлемента в растворе за счет посторонних солей.

Работами Ратнера [7] и Полесицкого [8] установлено, что

$$D = D_0 \left( \frac{\gamma}{\gamma'} \right)^v, \quad (10)$$

где  $D_0$  — истинный коэффициент фракционирования,  $\gamma'$  и  $\gamma$  — коэффициенты активностей солей макро- и микроэлемента в растворе, а  $v$  — число ионов, на которые диссоциирует изучаемая соль. Имея в виду соотношения (9) и (10), находим

$$a = \frac{knb}{D_0 \left( \frac{\gamma}{\gamma'} \right)^v \frac{(n-1)+1}{q+1}}. \quad (11)$$

Н. В. МИХЕЕВ

Как видно, уравнение (11) аналогично (3). Для экспериментальной проверки (11) была определена растворимость  $K_2PtCl_6$  по радиоцезию в растворах 0,1 и 0,2 *N* KCl. Для работы использовался тот же осадок  $(KCs)_2PtCl_6$ , который применялся в опытах по определению растворимости этой соли в воде. Методика работы была аналогична применявшейся ранее. Опыты проводились при 28°С. Время взаимодействия осадка с раствором составляло 6 час., в связи с чем можно полагать, что коэффициент *i* во всех опытах принимал близкие значения.

На рис. 3 графически представлены  $a=f(n)$  для растворов  $(KCs)_2PtCl_6$  в воде (кривая 1), а также в 0,1 и 0,2 *N* KCl (соответственно кривые 2 и 3). Причем для всех кривых условно принято  $a_{n=1}=1$ .

По мере роста концентрации KCl в растворе происходит уменьшение величины  $D_0\left(\frac{\gamma}{\gamma'}\right)^{\gamma}/q+1$  в соотношении (11); это отра-

жается на ходе кривых  $a=f(n)$ , представленных на рис. 3. Кроме того, из рис. 3 видно, что приближение величины

$$D_0\left(\frac{\gamma}{\gamma'}\right)^{\gamma}/q+1$$

к единице приводит к повышению точности определения величины растворимости соли.

Полученные нами значения растворимости  $K_2PtCl_6$  в 0,1 и 0,2 *N* растворах KCl при температуре 28°С составляют соответственно 110 и 33 мг на 100 мл раствора. Согласно литературным данным [5], растворимость  $K_2PtCl_6$  в 0,2 *N* KCl при температуре 20°С составляет 23,6 мг на 100 мл.

Автор выражает признательность члену-корреспонденту АН СССР В. И. Спицыну и научному сотруднику Института физической химии АН СССР В. П. Смилге за замечания по работе.

Поступила в редакцию 4 V 1957 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. М. Коренман, Ф. Р. Шеянова, М. А. Потанова. ЖОХ XXVI (XXXVIII), вып. 8, 2114 (1956).
2. L. Henderson, F. Krasek. J. Amer. Chem. Soc. 49, 738 (1927).
3. Б. Ф. Ормонт. Структуры кристаллических веществ. Гостехиздат, 1950.
4. O. L. Erdmann. J. f. Pract. Chem. 86, 373 (1862).
5. A. Seidell. Solubilities of Inorganic and Metall Organic Compounds, vol. 1, D. van Nostrand Comp. Inc. N.-Y., 1940.
6. Handbook of Chemistry and Physics, Ed. 37. Publ. Chem. Rubb. Publishing Co. 1955—1956.
7. А. П. Ратнер. Труды Радиового института АН СССР II, 67 (1933).
8. А. Полесицкий, А. Каратаева. Acta Physicochimica URSS VIII, № 2, 251 (1938).

## Некоторые результаты экспериментальной проверки возможности практического применения селективного каротажа

*Г. М. Воскобойников*

Излагаются результаты лабораторных и полевых исследований интенсивности мягкого рассеянного  $\gamma$ -излучения в горных породах в зависимости от содержания в них элементов высоких атомных номеров. Экспериментами подтверждается возможность практического применения селективного каротажа, основанного на регистрации мягких рассеянных  $\gamma$ -лучей, при разведке месторождений тяжелых металлов. Показано, что аномальные эффекты, вызываемые рудными зонами, по порядку величины хорошо согласуются с данными, ранее полученными автором теоретически.

### Введение

В работе [1] автором была теоретически показана возможность применения селективного каротажа, основанного на регистрации интенсивности очень мягкого рассеянного  $\gamma$ -излучения, для выделения и исследования в буровой скважине рудных тел на месторождениях элементов с высокими атомными номерами в условиях равенства или недостаточно четкой дифференциации плотностей руды и вмещающей породы. Четких аномалий в виде минимумов интенсивности излучения на каротажной диаграмме теоретически можно ожидать при пересечении зондом рудных тел с содержанием тяжелого элемента от нескольких десятых долей процента и более.

В целях экспериментальной проверки приближенных теоретических выводов и распространения их на случай более сложных геометрических условий каротажа буровых скважин автором были проведены лабораторные и полевые измерения, наиболее существенные результаты которых излагаются ниже.

### Лабораторные исследования

Лабораторные исследования производились на двух моделях скважин: № 1 диаметром 30 мм и № 2 диаметром 70 мм. Вмещаю-

щая порода моделировалась влажным песком-руда — тем же песком с примесью уксусно-кислого свинца в количествах, соответствующих содержанию металлического свинца 0,5 и 1,5%. Плотность «руды» и «вмещающей породы» для данной модели выдерживалась постоянной, равной 1,63 г/см<sup>3</sup> в модели № 1 и 1,80 г/см<sup>3</sup> в модели № 2.

Измерения выполнялись с помощью зонда, состоящего из вольфрамового счетчика ВС-4 в алюминиевой гильзе, источника излучения и экрана в виде массивного свинцового цилиндра диаметром 30 мм, расположенных по оси скважины так, что экран заполнял все пространство между источником и счетчиком. Длина зонда определялась как расстояние от источника до центра катода счетчика и могла изменяться от 20 до 40 см. Интенсивность излучения регистрировалась путем счета импульсов на установке «Б».

На рис. 1 представлены результаты исследования зависимости интенсивности рассеянного излучения в песке от содержания в нем свинца. Источниками излучения служили изотопы  $\text{Co}^{60}$ ,  $\text{Hg}^{203}$  и  $\text{Se}^{75}$  в количествах соответственно 0,3; 1,8 и 1 мк, имеющие среднюю энергию квантов 1,25; 0,28 и 0,26 Мэв (по данным [2]).

Измерения выполнялись на модели № 1 в условиях отсутствия зазора между стенками скважины и экраном зонда и приближенно интерпретировались как наблюдения

Г. М. ВОСКОВОЙНИКОВ

в однородной среде (в отсутствии скважины). Соответствующий этому случаю теоретический вид зависимости, рассчитанной по формулам работы [1] для излучения  $\text{Co}^{60}$  и  $\text{Hg}^{203}$ , также представлен на рис. 1. Из графика видно, что экспериментальные данные по порядку величины хорошо согласуются с теоретическими.

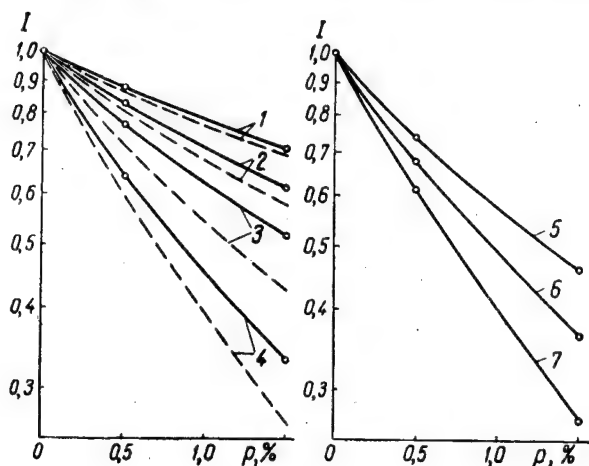


Рис. 1. Зависимость интенсивности рассеянного  $\gamma$ -излучения  $I$  в песке от содержания в нем свинца  $\rho$ . — экспериментальные данные; — — — теоретический расчет; 1—излучение  $\text{Co}^{60}$  при длине зонда  $r=21,9$  см; 2— $\text{Co}^{60}$ ,  $r=40,1$  см; 3— $\text{Hg}^{203}$ ,  $r=23,5$  см; 4— $\text{Hg}^{203}$ ,  $r=38,4$  см; 5— $\text{Se}^{75}$ ,  $r=21,9$  см; 6— $\text{Se}^{75}$ ,  $r=30,2$  см; 7— $\text{Se}^{75}$ ,  $r=40,1$  см.

Наиболее приемлемым из рассмотренных источников для селективного каротажа является  $\text{Se}^{75}$ , так как по сравнению с другими источниками мягкого излучения он обладает относительно длинным периодом полураспада (127 дней) и высокой  $\gamma$ -активностью. В то же время при его использовании зависимость интенсивности рассеянного излучения от содержания тяжелого элемента в породе выявляется отчетливее, чем при использовании других источников.

На рис. 2 представлены результаты точечного селективного каротажа, выполненного с источником  $\text{Se}^{75}$  зондами различной длины в широкой скважине вблизи нижней границы рудного тела.

Площадь поперечного сечения зазора между стенками скважины и зондом, в основном определяющая интенсивность паразитических лучей, распространяющихся по стволу скважины («скважинных лучей»), составляла  $31 \text{ см}^2$  и соответствовала площади зазора при

практически приемлемых размерах зонда в условиях каротажа производственных скважин (например при диаметре скважины 100 мм и диаметре зонда 78 мм).

Цель экспериментов состояла в изучении изменений амплитуды аномалии в зависимости от способа экранирования скважинных лучей. Каротаж выполнялся в сухой скважине и в скважине, заполненной водой. Кривые 1 и 2 рис. 2 сняты нормальным зондом диаметром 30 мм; кривые 3 и 4—с применением дополнительного поглотителя скважинных лучей в виде одеваемой на зонд щетки из свинцовых стержней на пружинном каркасе («щеточного экрана»). Средняя плотность свинца, создаваемая щеточным экраном в зазоре между стенками скважины и зондом, составляла  $0,28 \text{ г/см}^3$ .

Стрелками 6 на рисунке отмечены предельные уровни интенсивности излучения, соответствующие наблюдениям в руде и вмещающей породе того же состава и плотности в отсутствии скважины; для сопоставления стрелками 5 отмечены аналогичные уровни в средах с плотностью  $1,63 \text{ г/см}^3$ , полученные при экспериментах на модели № 1.

Для большей наглядности параллельно с диаграммами в абсолютных значениях интенсивности (левые графики) на рисунке представлены сглаженные кривые, построенные по тем же данным в относительных значениях (правые графики).

Во всех исследованных случаях руда с умеренным содержанием свинца (1,5%) отмечается четкой аномалией, амплитуда которой существенно увеличивается с введением дополнительных поглотителей скважинных лучей в виде воды и щеточного экрана; при длине зонда более 30 см применение щеточного экрана в скважине, заполненной водой, приводит к совпадению верхних и нижних ветвей диаграмм с предельными уровнями 6, что свидетельствует о полном устранении влияния скважины\*).

#### Параметры зонда для некоторых объектов применения селективного каротажа

Основными параметрами каротажного зонда, определяющими эффективность его

\*) Некоторый рост интенсивности излучения в верхних частях диаграмм объясняется краевым эффектом установки при приближении счетчика к устью скважины.

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ СЕЛЕКТИВНОГО КАРОТАЖА

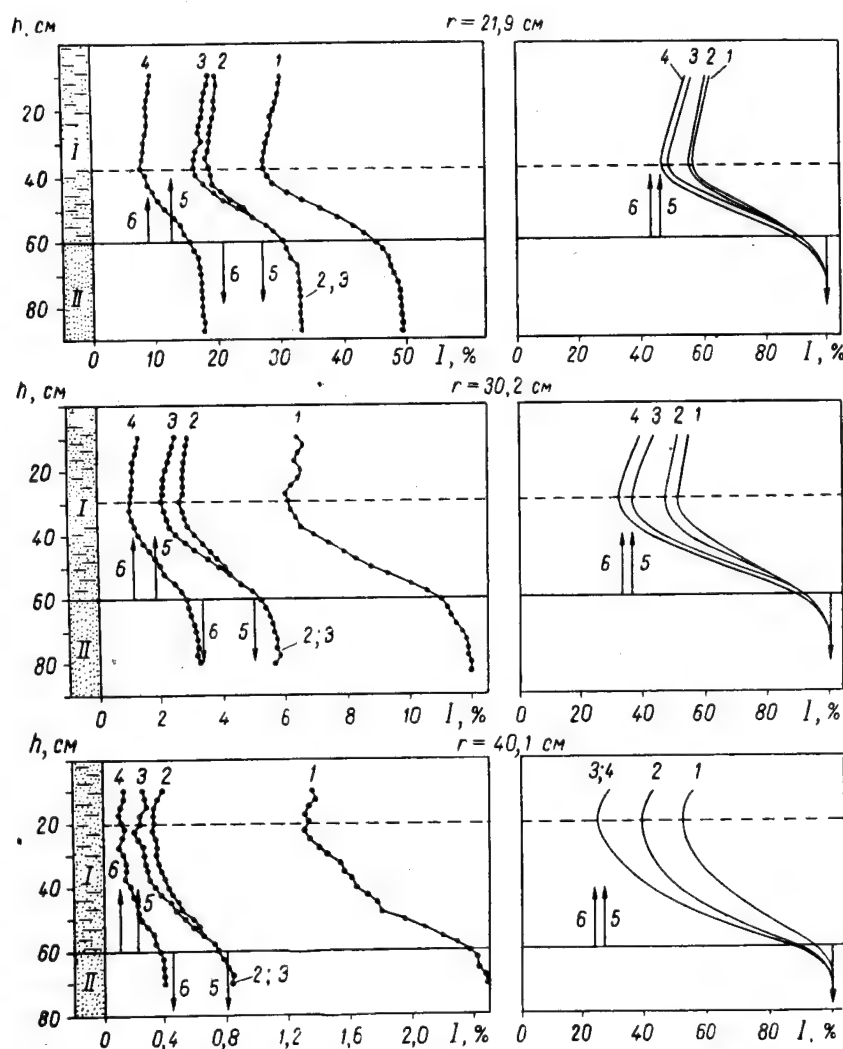


Рис. 2. Диаграммы селективного каротажа с источником  $\text{Se}^{75}$ , снятые на модели скважины диаметром 70 мм в среде плотностью  $1,80 \text{ г/см}^3$  вблизи нижней границы рудного тела.

I—песок, содержащий 1,5% свинца («руда»), II—чистый песок (вмещающая порода), h—глубина центра счетчика. На левых графиках: I—интенсивность излучения в тысячах импульсов в минуту, точками отмечены наблюдаемые значения; на правых графиках: I—относительная интенсивность в процентах и ее значения во вмещающей породе, r—длина зонда; 1—каротаж с экраном диаметром 30 мм в сухой скважине, 2—то же в скважине с водой, 3—каротаж со щеточным экраном в сухой скважине, 4—то же в скважине с водой. Стрелками обозначена интенсивность излучения в однородных средах аналогичного состава в отсутствии скважины; 5—при плотности среды  $1,63 \text{ г/см}^3$ , 6—при плотности  $1,80 \text{ г/см}^3$ ; — — — — — глубина границы рудного тела, — — — — — положение центра счетчика каротажного зонда в момент, когда источник излучения пересекает границу тела.



Г. М. ВОСКОВОЙНИКОВ

работы при заданном геологическом комплексе пород, является длина зонда и энергия квантов источника, задаваемая выбором излучателя.

При составлении измерений в породах существенно различных плотностей вместо длины зонда удобнее использовать произведение длины зонда на плотность исследуемой породы, называемое ниже «приведенной длиной зонда». При прочих равных условиях приведенная длина в основном определяет в соответствии с формулами работы [1] интенсивность рассеянного излучения и величину аномального эффекта.

На основании рассмотренных экспериментальных данных для каротажа относительно богатых руд может быть рекомендован зонд, имеющий приведенную длину  $\sim 65 \text{ г/см}^2$  и источник излучения  $\text{Se}^{75}$ . Зонд дает аномальный эффект  $\sim 10\%$  интенсивности излучения на  $0,1\%$  содержания свинца. Если принять, что для четкого выделения аномалия должна иметь амплитуду не ниже  $20\%$  интенсивности, то зонд с указанными параметрами может с успехом применяться для каротажа на месторождениях металлов с атомными номерами  $\sim 80$  (вольфрам, ртуть, свинец, висмут, уран) при содержании их в руде от  $0,2\%$  и выше, а также металлов с атомными номерами  $\sim 50$  (сурьма, олово) при содержании их в руде от  $0,6\%$  и выше.

Для каротажа на месторождениях с нормальной радиоактивностью горных пород достаточно иметь источник мощностью  $10 \text{ мк}$ . При регистрации счетчиком ВС-4 такой источник обеспечивает интенсивность рассеянного излучения во вмещающих породах  $\sim 800 \text{ мкр/час}$ , а в руде с содержанием  $1,5\%$  металла  $\sim 200 \text{ мкр/час}$  (в пересчете на излучение радия в воздухе) и позволяет производить каротаж без учета естественной радиоактивности пород.

При селективном каротаже скважин (с целью прямого определения содержания в них урана независимо от содержания радия) для подавления помех, создаваемых высоким фоном естественного излучения пород, интенсивность источника должна быть увеличена до  $1-2 \text{ кюри}$ ; соответственно должна быть снижена эффективность счета квантов индикатором при сохранении преимущественной чувствительности последнего к мягким лучам.

### Результаты полевых испытаний

Испытание метода в производственных условиях выполнялось автором вместе с работниками треста «Средазцветметразведка» на ряде месторождений Средней Азии.

Для каротажа применялся зонд со стальным цилиндрическим экраном, покрытым слоем свинца. Длина зонда  $25,5 \text{ см}$ , диаметр экрана  $73 \text{ мм}$ . Для уменьшения влияния скважинных лучей зонд прижимался рессорой к стенке скважины. Источник излучения, содержащий  $\sim 10 \text{ мк}$   $\text{Se}^{75}$  в плексигласовой ампуле, помещался в эксцентричной выемке экрана со стороны, прижатой к стенке скважины, и был закрыт с противоположной стороны слоем железа толщиной  $40 \text{ мм}$ . Счетчик ВС-4 помещался в алюминиевой камере с толщиной стенок  $6 \text{ мм}$  и экранировался со стороны скважины в секторе  $240^\circ$  слоем свинца толщиной  $9 \text{ мм}$ .

Запись диаграмм выполнялась с помощью каротажной установки КРТ.

На рис. 3 представлены характерные интервалы некоторых из диаграмм, снятых в производственных скважинах диаметром  $110-130 \text{ мм}$ . Графики б и в соответствуют сухим интервалам в верхних частях скважин, сильно осложненным кавернами. Нормальный фон излучения, соответствующий безрудным участкам скважин в отсутствии каверн, отмечен на графиках прерывистыми линиями; он определен, как уровень многократно повторяющихся минимумов интенсивности в заведомо безрудных сухих участках скважин, в большей части выходящих за пределы изображенных интервалов диаграмм. Каверны отмечаются на диаграммах резкими повышениями интенсивности излучения, рудные аномалии — падениями интенсивности ниже нормального фона. Остальные диаграммы сняты в более благоприятных условиях — в относительно ровных скважинах, заполненных водой, — и имеют ровный нормальный фон и четко выраженные аномалии.

Рудные зоны, выделяемые по аномалиям каротажных диаграмм, отмечены на графиках штриховкой и соответствуют содержаниям металлов в руде: на графике а —  $8,3\%$  вольфрама, б —  $1,7\%$  свинца (нижняя зона) в —  $0,2-0,4\%$  ртути, г —  $\sim 2\%$  сурьмы, д —  $1,8\%$  молибдена. Верхняя аномалия на графике б соответствует интервалу  $18,9-20,3 \text{ м}$ ,



## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ СЕЛЕКТИВНОГО КАРОТАЖА

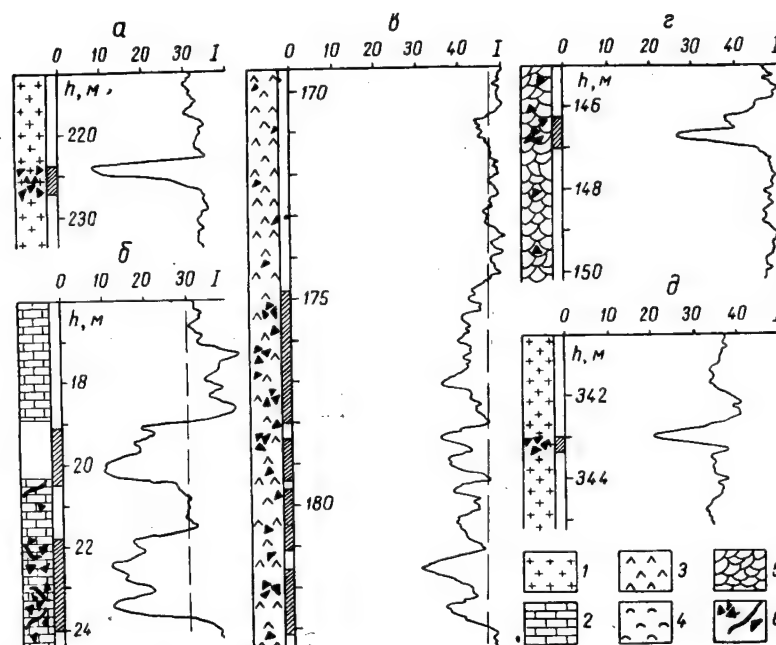


Рис. 3. Диаграммы селективного каротажа рудных скважин.  
1—альбитизированные гранодиориты, 2—известняки, 3—джаспероиды, 4—песчано-глинистые сланцы, 5—кварцево-джаспероидные и джаспероидно-известняково-сланцевые брекчии, 6—гнезда, прожилки и рассеянная вкрапленность рудных минералов: а—шеелита, б—галенита, в—киновари, г—антимонита, д—молибденита; h—глубина в метрах; I—интенсивность рассеянного  $\gamma$ -излучения в условных единицах. Штриховкой отмечены рудные зоны, выделяемые по каротажным диаграммам.

с которого при бурении не было получено керна. Она интерпретируется как аномалия от рудной зоны, пропущенной при геологической документации.

Аномалии на графиках а, б и в получены от руд с различным содержанием металлов близких атомных номеров, сопоставимых по величине аномального эффекта. Их сравнение позволяет судить о разрешающей способности метода в смысле разделения руд по содержанию металла. Как видно из диаграмм, при изменении содержания металла от  $\sim 0,3$  до  $8,3\%$  амплитуда аномалии возрастает от 25 до 77% интенсивности, что позволяет дифференцировать руды по содержанию металла с 4—5 степенями градации; более четкая дифференциация возможна при малых содержаниях.

Заметим, что во всех рассмотренных случаях, кроме изображенного на графике а, одновременно выполнявшийся плотностной каротаж с зондом длиной 40 см не дал ощутимого аномального эффекта. В случае а, соответствующем особо высокой концентрации вольфрама, на диаграмме плотностного

каротажа наблюдалась незначительная аномалия с амплитудой  $\sim 25\%$  интенсивности излучения.

### Выводы

1. Экспериментами подтверждены основные методические выводы работы [1] о возможности и границах применения селективного каротажа.

2. Лабораторными и полевыми наблюдениями доказана возможность практического выделения зон с содержанием металла рудных зон с содержанием металла  $0,2—0,3\%$  и выше на месторождениях свинца, вольфрама и ртути, а также зон с содержанием металла  $0,6—1,0\%$  и выше на месторождениях сурьмы и молибдена. Рекомендуется постановка опытно-производственных работ по селективному каротажу на тех из месторождений перечисленных элементов, а также элементов близких к ним атомных номеров, где содержания металлов в рудных образованиях, имеющих промышленное значение, лежат в указанных выше пределах. При гнездообразном распределении рудного

---

Г. М. ВОСКОВОЙНИКОВ

---

минерала кондиционное содержание металла в руде, осредняемое по интервалу промышленной мощности, может быть при этом значительно ниже указанных пределов.

3. Существенным условием успешного применения селективного каротажа является

тщательное экранирование скважинных лучей. Некоторые способы экранирования (щеточный экран, эксцентричный зонд) проверены на практике и дали удовлетворительные результаты.

Поступила в редакцию 27 XI 1957 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. М. Воскобойников. Изв. АН СССР. Серия геофиз., № 3 (1957).
2. Г. Сиборг и др. Таблица изотопов. Изд. ИЛ, 1956.

# Письма В РЕДАКЦИЮ

## Безопасный пуск реакторов с нулевого уровня мощности

Б. Г. Дубозский

Под нулевой мощностью понимается мощность реактора, находящегося в подкритическом состоянии.

В этом случае мощность реактора определяется делениями, вызываемыми спонтанными нейтронами или нейтронами источника, размножением нейтронов в подкритическом реакторе, запаздывающими нейтронами, а также  $\beta$ -распадами осколков деления, образовавшимися в результате предыдущей работы реактора на большой мощности.

Как известно, запас реактивности реакторов может превышать  $\sim 10\%$ , что значительно больше реактивности, вносимой запаздывающими нейтронами. После остановки реактора запас реактивности может измениться намного больше доли реактивности за счет запаздывающих нейтронов (большой температурный эффект, отравление ксеноном, изменение загрузки урана, введение в реактор сильных поглотителей, исчезновение или появление воды и т. д.).

Рассмотрим реактор первой советской атомной электростанции, находящийся в подкритическом состоянии [1]. Большое изменение запаса реактивности обуславливает необходимость полного погружения всех борных стержней при остановке реактора. При этом мощность реактора, обусловленная спонтанным делением урана, составляет  $W \approx 10^{-7}$  вт. Столь малый уровень мощности регистрирующая аппаратура не фиксирует, поскольку чувствительность аппаратуры не позволяет фиксировать мощность реактора менее 200 вт. Без контроля увеличивать мощность реактора в интервале  $10^{-7}$ —200 вт крайне опасно, так как уже создание надкритичности в  $\Delta k \approx 0,7\%$  приводит к неконтролируемому разгону.

Контроль реактора в этом интервале с помощью чувствительной аппаратуры неудобен, поскольку в результате предыдущей работы реактора на большой мощности высокочувствительные датчики или выходят из строя, или регистрируют интенсивность остаточного  $\gamma$ -излучения. Автоматическое введение чувствительных датчиков в активную зону реактора также не решает вопроса во время коротких остановок при наличии сильного  $\gamma$ -фона.

При этом необходимо учитывать, что предварительная оценка запаса реактивности весьма неточна

и ошибка в оценке может привести к разгону реактора при его пуске. Трудность заключается в том, что до выхода на контролируемую мощность «вслепую» приходится достигать мощность, превышающую исходную нулевую мощность в  $\sim 2 \cdot 10^5$  раз.

Для облегчения пуска реактора станции (что целесообразно и для всех других реакторов) с нулевой мощности в кладку реактора была помещена заготовка Sb+Be-источника. В результате активации сурьмы образовался фотонейтронный источник интенсивностью  $\sim 4 \cdot 10^7$  нейтр/сек. Введение этого источника в реактор сократило величину неконтролируемого интервала увеличения мощности примерно в  $5 \cdot 10^5$  раз.

Сущность методики, гарантирующей допустимую скорость увеличения мощности реактора при выходе на контролируемый уровень, заключается в последовательном и равномерном (ступенчатом или непрерывном) извлечении эквивалентных по эффективности участков борных стержней.

Рассмотрим равномерное ступенчатое увеличение реактивности в одну минуту на  $\Delta k = 4,5 \cdot 10^{-4}$ . В какой-то момент времени в связи с ростом  $k_{\text{эфф}}$  реактор становится критическим (или слегка надкритическим), т. е.  $\Delta k \approx 0$  (по приборам этот момент не регистрируется). Дальнейшее равномерное увеличение реактивности (при извлечении борных стержней) приводит к последовательному увеличению  $\Delta k$  и, следовательно, к росту мощности реактора. В таблице на стр. 366 приведены соответствующие коэффициенты роста мощности (данные являются ориентировочными). При вычислении значений периодов удвоения мощности  $T$  по  $\Delta k$  время жизни нейтронов в решетке реактора принималось равным  $\tau \approx 3 \cdot 10^{-4}$  сек.

Как видно из таблицы, после шестого извлечения стержней мощность реактора возрастает примерно в  $5 \cdot 10^5$  раз (при  $\Delta k = 31,5 \cdot 10^{-4} = 0,31\%$ ) и тем самым достигается контролируемый уровень мощности при безопасной скорости нарастания (время удвоения равно 0,1 мин.).

До активации Sb в реактор помещался Po+Be-источник интенсивностью  $\sim 10^6$  нейтр/сек, при

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

этом время между двумя извлечениями стержней увеличивалось для осторожности до 1,5 мин.

Идея равномерного и безопасного увеличения реактивности при прохождении неконтролируемого участка с использованием только стандартной регистрирующей аппаратуры позволяет полностью автоматизировать подъем мощности реактора, находящегося в подкритическом состоянии. Ступенчатое увеличение реактивности заменяется непрерывным, причем скорость нарастания реактивности подбирается такой, чтобы обеспечить безопасную скорость увеличения мощности при выходе на контролируемую мощность. Аналогичная методика автоматизации выхода с нулевой мощности описана в работе [2].

Таблица

Рост мощности реактора

Извлечение стержней	$\Delta k \cdot 10^4$	Период удвоения мощности (в минутах) $T$	Увеличение мощности за 1 мин.	Суммарное увеличение мощности с момента достижения критичности
1	4,5	2	$K_1=20,5$	$K_1=20,5$
2	9	1	$K_2=2$	$K_1 K_2 = P_2 K = 21,5$
3	13,5	0,5	$K_3=2^3$	$P_3 K = 2^{3,5}$
4	18	0,33	$K_4=2^3$	$P_4 K = 2^{6,5}$
5	22,5	0,2	$K_5=2^5$	$P_5 K = 2^{11,5}$
6	27	0,13	$K_6=2^{7,5}$	$P_6 K = 2^{19}$
7	31,5	0,10	$K_7=2^{10}$	$P_7 K = 2^{29}$

Проведенные совместно с С. А. Огородниковым опыты по автоматизации пуска реактора атомной станции с нулевой мощности подтвердили их полную безопасность. При этом необходимо отметить, что время выхода с нулевой мощности при выбранной максимальной скорости роста мощности реактора определяется интенсивностью нейтронного источника и чувствительностью регистрирующей аппаратуры к нейтронам при одновременном снижении чувствительности к  $\gamma$ -лучам.

Описанная методика по обеспечению безопасного подъема мощности на неконтролируемом участке предложена и внедрена нами в практику в 1950 г. Применимость методики для автоматизации пуска реакторов сформулирована вместе с А. К. Красиным в 1954 г.

Автор благодарит В. С. Фурсова за постановку задачи и ценные замечания, Е. Н. Бабулевича за участие в обсуждении и ценные советы, а также А. К. Красина за интерес к работе и участие в ее обсуждении.

Поступило в редакцию 29 X 1957 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. К. Красин, Б. Г. Дубовский, Е. Я. Доильницын, Л. А. Маталкин, Е. И. Инютин, А. В. Камасев, М. Н. Ланцов. Атомная энергия 1, № 2, 3 (1956).
2. М. Шульц. Контроль ядерных реакторов и энергетических установок. Перевод с английского. Изд. ИЛ, 1958.

## Об использовании проточного цикла в кипящем водяном реакторе

Ю. Н. Алексеенко

Последнее время большое внимание уделяется кипящим реакторам. Исследования, проведенные на реакторе BORAX, показали, что кипящий экспериментальный реактор обладает свойством саморегулируемости за счет отрицательного парового коэффициента реактивности и может стабильно работать при среднем объемном паросодержании в активной зоне до 20—25%. При этом получающийся в реакторе пар обладает достаточно низкой радиоактивностью и может быть непосредственно использован в паровой турбине. В связи с этим в литературе появились статьи, посвященные рассмотрению различных вариантов технологических схем кипящих водяных реакторов.

В частности, в статье Лейзи (Nucleonics, № 6, 1955 г.) рассматривается возможность создания такой установки, которая работает по схеме, приведенной на рисунке (стр. 367).

Автор этой работы считает, что наиболее опасным является возможность перегрева тепловыделяющих элементов, находящихся над уровнем воды и охлаждаемых только паром. Однако на основании проведенных экспериментов он показывает, что в верхней части активной зоны происходит весьма сильный спад плотности тепловых нейтронов по высоте от центра к периферии за счет высокой паро-

вой пористости замедлителя, и поэтому перегрева элементов не следует опасаться.

Нами было проведено более детальное рассмотрение реактора описанного типа. Для выяснения характера спада плотности нейтронов в верхней части реактора и определения коэффициента неравномерности тепловыделения по объему активной зоны был проведен расчет такого реактора.

В результате расчета было установлено:

1. Спад плотности нейтронов от центра к периферии в верхней части реактора за счет низкой плотности замедлителя в этой части активной зоны происходит достаточно быстро. Это обстоятельство дает основание не опасаться перегрева тепловыделяющих элементов, расположенных над уровнем воды.

2. Коэффициент неравномерности плотности нейтронов по объему реактора очень высок (в основном за счет осевой составляющей) и достигает для реактора с диаметром 500 мм и высотой активной зоны 800 мм значения  $K_0=5,50$  при  $K_2=3,60$ .

Для большего реактора коэффициент неравномерности будет еще выше за счет относительно меньшего влияния отражателя.

3. Зона максимальной плотности нейтронов по высоте реактора совпадает с зоной, где темпера-

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

тура воды уже равна температуре насыщения или очень близка к ней, а кипение еще не началось.

Последнее обстоятельство при высоком коэффициенте неравномерности вызывает серьезные опасения. В реакторе описываемого типа невозможны высокие скорости воды в активной зоне, так как расход воды однозначно определяется паропроизводительностью или мощностью реактора.

При правильных соотношениях размеров реактора и его мощности, что определяется практической возможностью отвода тепла от реактора с энергонапряженностью активной зоны до 50 квт/л, скорость движения воды составит несколько сантиметров в секунду. Все это создает в зоне максимального тепловыделения благоприятные условия для кризиса теплосъема, обусловленного пленочным кипением воды в этой зоне.

В литературе отсутствуют данные по критическим тепловым нагрузкам при теплоотдаче к жидкости, движущейся с малой скоростью и имеющей температуру ядра, близкую к температуре насыщения. Однако на основании экспериментальных данных о критических нагрузках при нужных температурных условиях и скоростях воды от  $W=0,5$  м/сек и выше, полученных в Энергетическом институте АП СССР, можно судить о степени опасности, заключающейся в вышеописанных условиях. В этой работе приведены следующие значения критических тепловых нагрузок:

$W=0,5$ м/сек		$W=1,0$ м/сек	
$p$ атм	$q_{кр}$ ккал/м <sup>2</sup> ·час ( $\times 10^{-6}$ )	$p$ атм	$q_{кр}$ ккал/м <sup>2</sup> ·час ( $\times 10^{-6}$ )
28	0,65	28	1,2
100	1,15	100	2,4
180	1,15	180	1,5
220	0,4	220	0,7

Данные, полученные для других скоростей воды, также указывают на наличие максимума  $q_{кр}$  при  $p \approx 100$  атм.

Из этих данных следует, что максимальные критические нагрузки быстро падают со снижением скорости воды и, хотя прямых данных об этих нагрузках при малых скоростях мы не имеем, можно с уверенностью сказать, что они будут еще ниже. Поэтому

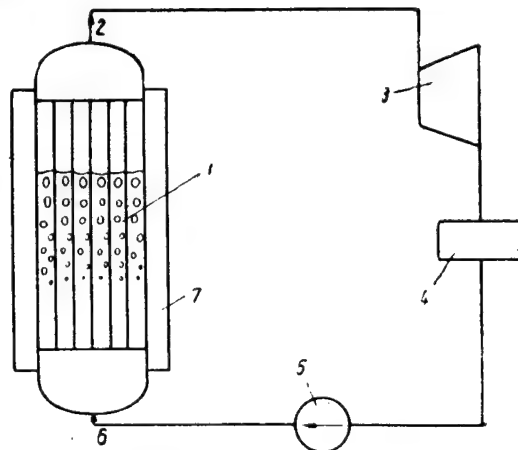


Схема кипящего реактора.

1—реактор, 2—выход пара, 3—турбина, 4—конденсатор, 5—насос, 6—вход воды, 7—отражатель.

му с точки зрения получения полезной мощности прямоточный кипящий реактор всегда хуже кипящего реактора с многократной циркуляцией, так как последний имеет большие скорости воды в активной зоне и меньшие коэффициенты неравномерности, обусловленные меньшими паросодержаниями воды.

Можно с уверенностью сказать, что если создание прямоточного реактора и окажется целесообразным, то он должен иметь очень развитую поверхность теплоотдачи. В то же время эта поверхность, а также ядерное горючее будут использоваться не рационально, так как за счет высокого коэффициента неравномерности реактор будет иметь высокое значение максимального теплового потока при низком среднем значении удельной мощности. Попытка выравнивать тепловыделение, например, путем применения горючего с большим обогащением в верхней части активной зоны, может привести, во-первых, к перегреву тепловыделяющих элементов, расположенных над уровнем воды, и, во-вторых, сводит на нет преимущества, связанные с возможностью непрерывной частичной разгрузки нижней части активной зоны с одновременным добавлением свежего горючего в верхнюю часть активной зоны.

Поступило в редакцию 4 XI 1957 г.

## О двойном цикле кипящего реактора

Ю. Д. Арсеньев

В гетерогенных реакторах кипящего типа может быть использован так называемый двойной цикл, где на турбину подается не только пар непосредственно из реактора, но и пар промежуточного давления,

генерируемый за счет тепла воды, циркулирующей через реактор [1]. В качестве парогенератора вторичного пара может быть использован либо теплообменник, либо самоиспаритель.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Сопоставим эти два варианта двойного цикла, изображенные на рис. 1. Для наглядности анализ произведен применительно к параметрам описанного в работе [2] крупного кипящего реактора с принудительной циркуляцией электрической мощностью  $\sim 180 \text{ Мвт}$ .

Как уже отмечалось [3], с точки зрения тепловых и материальных балансов работа кипящего

реактора  $\Delta p_p = 2 \text{ ати}$ , коммуникаций  $\Delta p_k = 2 \text{ ати}$ , теплообменника  $\Delta p_t = 2 \text{ ати}$ . Результаты расчета цикла с теплообменником при  $t_p = 212^\circ \text{ С}$  приведены в табл. 1.

В цикле с самоиспарителем (рис. 1, б) кратность циркуляции реактора  $K_p$  связана с кратностью циркуляции самоиспарителя  $K_c$  зависимостью

$$K_p = 1 + K_c \frac{G_c}{G_n} = 1 + \frac{\Delta i_3 G_c}{\Delta i_4 G_n}, \quad (1)$$

где  $\Delta i_3 = i_c'' - i_c'$ ,  $\Delta i_4 = i_0' - i_c'$ .

Коэффициент нагрузки реактора определяется уравнением [3]

$$\beta = \frac{1}{1 + \frac{\Delta i_2}{\left(1 + \frac{G_c}{G_n}\right) \Delta i_1 + \left(\frac{\Delta i_3}{\Delta i_4} - 1\right) \frac{G_c}{G_n} \Delta i_4}}, \quad (2)$$

где  $\Delta i_1 = i_0' - i_p$ ,  $\Delta i_2 = i_0'' - i_0'$ .

Из выражений (1) и (2) получаем

$$\beta = \frac{1}{1 + \frac{\Delta i_2}{\left[1 + (K_p - 1) \frac{\Delta i_4}{\Delta i_3}\right] \Delta i_1 + (K_p - 1) \left(1 - \frac{\Delta i_4}{\Delta i_3}\right) \Delta i_4}}. \quad (3)$$

Задаваясь различными давлениями в самоиспарителе  $p_c$ , строим кривую  $\beta = f(p_c)$ , представленную на рис. 2. Точка на этой кривой, соответствующая заданной величине  $\beta = 0,593$ , определяет

Таблица 1  
Цикл с теплообменником при температурах регенерации  $t_p$  212 и  $104^\circ \text{ С}$

	$t_p = 212^\circ \text{ С}$	$t_p = 104^\circ \text{ С}$
Давление вторичного пара ( $p_t$ , ати) . . . .	36	36
Расход пара из теплообменника ( $G_t$ , т/час) . . . . .	585	324
Перепад давления на циркуляционном насосе ( $\Delta p_{нт}$ , ати) . . . . .	6	6
Мощность циркуляционного насоса ( $N_{нт}$ , Мвт) . . . . .	3,3	3,3
Электрическая мощность станции ( $N_{оз}$ , Мвт) . . . . .	185,2	178
К. п. д. станции ( $\eta_{оз}$ , %) . . . . .	28,2	27
Относительная мощность насоса ( $\xi_{нт}$ , %) . . . . .	1,8	1,85
Отношение первичного и вторичного потоков ( $G_n/G_t$ ) . . . . .	1,09	1,97
Выигрыш от регенерации ( $\Delta \eta$ , %) . . . . .	1,2	0

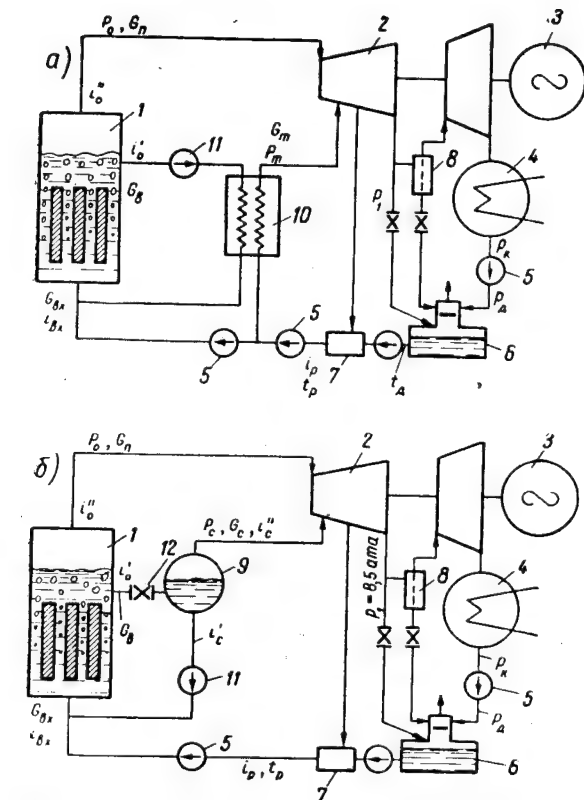


Рис. 1. а — схема цикла с теплообменником, б — схема цикла с самоиспарителем.

1 — реактор, 2 — турбина, 3 — генератор, 4 — конденсатор, 5 — насос, 6 — деаэрактор, 7 — регенератор, 8 — сепаратор, 9 — самоиспаритель, 10 — теплообменник вторичного пара, 11 — циркуляционный насос, 12 — дроссельный вентиль.

реактора однозначно определяется рядом условий: 1) давлением в реакторе  $p_0 = idem = 71 \text{ ати}$ , 2) количеством пара на выходе из реактора  $G_n = idem = 637 \text{ т/час}$ , 3) кратностью циркуляции реактора  $K_p = idem = 18,3$ , 4) коэффициентом нагрузки реактора  $\beta = idem = 0,593$ . По этим данным тепловая мощность реактора будет  $658 \text{ Мвт}$ .

Для упрощения будем вести расчет цикла только для схемы с двухступенчатым регенеративным подогревом воды (рис. 1, а), имеющей следующие параметры:  $p_1 = 8,5 \text{ ати}$ ,  $t_p = 212^\circ \text{ С}$ ,  $t_r = 212^\circ \text{ С}$ ,  $t_d = 104^\circ \text{ С}$ ,  $p_k = 0,085 \text{ ати}$ ,  $p_d = 1,2 \text{ ати}$ .

В теплообменнике генерируется пар давлением  $p_t = 36 \text{ ати}$  [2]. Для расчета мощности циркуляционного насоса принято: к. п. д. 0,72, сопротивле-

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

работу самоиспарителя:  $p_c = 54,75 \text{ ата} \approx 55 \text{ ата}$ .  
При этом расход пара из самоиспарителя  $G_c =$

$$= \frac{G_v}{K_c} = 603 \text{ т/час.}$$

Следует подчеркнуть, что из самоиспарителя отбирается не только пар более высоких параметров ( $p_c > p_T$ ), но и большее количество пара

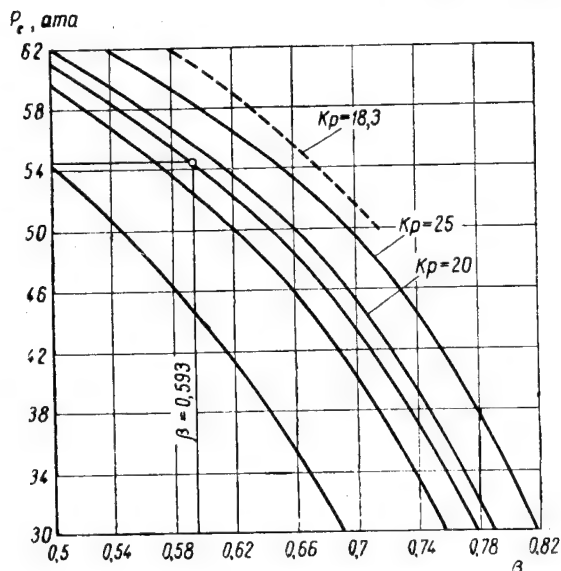


Рис. 2. Зависимость давления в самоиспарителе  $p_c$  от коэффициента нагрузки реактора  $\beta$  при различных кратностях циркуляции в реакторе  $K_p$  и различных температурах регенерации  $t_p$ .

Три кр. вые (снизу вверх) построены для  $K_p$ , равных 10, 15 и 18,3.  
—  $t_p = 212^\circ \text{C}$ , — — —  $t_p = 104^\circ \text{C}$ .

$G_c > G_T$ ), так как теплота парообразования с увеличением давления уменьшается.

Сопоставление этих циклов при  $t_p = 212^\circ \text{C}$  (см. табл. 1 и 2) показывает, что цикл с теплообменником, который сложнее самоиспарителя, не имеет термодинамических выгод.

Влияние кратности циркуляции реактора  $K_p$  на изменение давления в самоиспарителе можно выяснить, построив кривые  $p_c = f(\beta)$  при различных значениях  $K_p$ , равных 10, 15, 20, 25. Из кривых, изображенных на рис. 2, следует, что увеличение  $K_p$  позволяет повышать  $p_c$  и тем самым широко варьировать перепадом давления в насосе. Некоторое возрастание гидравлического сопротивления активной зоны при этом может не иметь решающего значения, так как основной перепад давления в насосе приходится на самоиспаритель.

Интересно рассмотреть также влияние температуры регенерации  $t_p$  на к.п.д. цикла в случае теплообменника и самоиспарителя, принимая во внимание, что, чем выше  $t_p$ , тем больше надо применять ступеней регенерации и тем сложнее оборудование цикла.

Для цикла с самоиспарителем изменение  $t_p$  при  $\beta = \text{idem}$  приводит к изменению параметров пара, отбираемого из самоиспарителя. При этом с пони-

Таблица 2

Цикл с самоиспарителем при температурах регенерации  $t_p$  212 и  $104^\circ \text{C}$

	$t_p = 212^\circ \text{C}$	$t_p = 104^\circ \text{C}$
Давление в самоиспарителе ( $p_c$ , ата) . . .	55	61
Расход пара из самоиспарителя ( $G_c$ , т/час) . . .	603	367
Перепад давления на циркуляционном насосе ( $\Delta p_{nc}$ , ата) . . .	20	14
Мощность циркуляционного насоса ( $N_{nc}$ , Мет) . . . . .	10,2	7,3
Электрическая мощность станции ( $N_{оз}$ , Мет) . . . . .	188,1	186
К. п. д. станции ( $\eta_{оз}$ , %) . . . . .	28,7	28,2
Относительная мощность насоса ( $\xi_{nc}$ , %) . . . . .	5,4	3,9
Отношение первичного и вторичного потоков ( $G_p/G_c$ ) . . . . .	1,06	1,74
Выигрыш от регенерации ( $\Delta \eta$ , %) . . . . .	0,5	0

жением  $t_p$  для сохранения температуры воды на входе нужно повышать температуру воды в самоиспарителе и тем самым повышать давление пара в самоиспарителе.

Поэтому важно выяснить, насколько введение регенерации изменяет к.п.д. цикла. Если улучшение к.п.д. от регенерации невелико, то регенеративный подогрев можно ограничить только тем уровнем, который нужен для термической деаэрации воды.

Для цикла с самоиспарителем кривая  $\beta = f(p_c)$  при  $t_p = 104^\circ \text{C}$ , полученная из уравнения (3), представлена на рис. 2, из которого видно, что при неизменной работе самого реактора ( $\beta = 0,593$ ) давление в самоиспарителе за счет снижения  $t_p$  повышается с  $p_c = 55 \text{ ата}$  до  $p_c = 61 \text{ ата}$  при том же  $K_p = 18,3$ . Данные расчета цикла с самоиспарителем при  $t_p = 104^\circ \text{C}$  приведены в табл. 2. Для цикла с теплообменником при  $t_p = 104^\circ \text{C}$  принимаем тот же перепад температур на выходе из него и, следовательно, то же давление вторичного пара  $p_T = 36 \text{ ата}$  (см. табл. 1).

Как видно из таблиц, понижение к.п.д. с уменьшением  $t_p$  для цикла с самоиспарителем невелико и значительно меньше, чем в цикле с теплообменником.

## Выводы

1. Замена теплообменника самоиспарителем не только упрощает конструкцию, но и позволяет получить некоторый выигрыш в к.п.д., несмотря на то, что в цикле с самоиспарителем имеет место больший расход мощности на собственные нужды и больший перепад давления на циркуляционном насосе.

2. Особенностью цикла с самоиспарителем является незначительное понижение к.п.д. при суще-



## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

ственным уменьшении  $t_p$ , так как при неизменной работе реактора уменьшение  $t_p$  приводит к увеличению давления в самоиспарителе  $p_c$ . Поэтому в цикле с самоиспарителем целесообразно снижать температуру регенеративного подогрева воды, что позволяет уменьшить число регенераторов и понизить перепад давлений на циркуляционном насосе.

Поступило в редакцию 7 XII 1957 г.

## Критические тепловые нагрузки при продольном омывании пучка трубок водой, недогретой до температуры насыщения

Б. А. Зенкевич, В. И. Субботин, М. Ф. Троянов

Цель настоящей работы — изучить кризис в режиме кипения при продольном омывании пучка трубок (один из возможных вариантов тепловыделяющего элемента) водой, недогретой до температуры насыщения.

Для опытов использовалась экспериментальная установка, описанная в работе [1]. Однако конструкция контактной колонки с рабочим участком из пучка трубок была изготовлена применительно к задаче данной работы.

Трубный пучок состоял из 7 или 19 тепловыделяющих элементов (применялись два варианта). Конструкция тепловыделяющего элемента показана на рис. 1. В обоих вариантах в поперечном сечении пучка трубки располагались в треугольной решетке с шагом 6 мм. Верхние концы медных трубок пучка пропускались через токоподводящий конус из меди и к нему припаивались (рис. 2), а на нижние, амальгамированные ртутью концы медных стержней пучка надевались с небольшим зазором 8 медных бобышек. На рабочую часть пучка надевались гильзы из нержавеющей стали, между стыками которых закладывались центрирующие звездочки из жароупорного миканита, предохраняющие от изгибов и короблений наружные трубки пучка. Зазор между наружными трубками пучка и внутренней стенкой гильз был равен 1 мм. В нижней и верхней гильзах имелись окна для входа и выхода воды, омывающей снаружи трубки пучка (вода двигалась снизу вверх).

Для фиксирования кризиса в режиме кипения (методика та же, что и в работе [1]) через центральную и три периферийные трубки сверху проходили термопары (хромель—алюмель), горячие спай которых пропускались через отверстия, просверленные в стенках трубок на 20 мм ниже места спайки нержавеющей трубки с медной. Горячий спай приваривался при помощи дуговой сварки и защищался так, чтобы он не выступал над наружной поверхностью нержавеющей трубки. Холодные спай термопар выводились из контактной колонки через специальный узел.

Рабочий участок в собранном виде вставлялся в контактную колонку (рис. 2). При этом медные бобышки, надетые на нижний конец пучка, входили в стакан с ртутью, который плотно охватывала медная токоподводящая шина. Медный конус, припаянный к верхнему концу пучка, устанавливался в ко-

## ЛИТЕРАТУРА

1. Proc. Instn Mech. Engrs. 170, № 8, 281 (1956).
2. Вопросы ядерной энергетики № 1, 34 (1957).
3. Ю. Д. Арсеньев. Приложение № 1 к журналу «Атомная энергия», 1958, стр. 185.

нусную выточку верхней токоподводящей шины и зажимался гайкой. Таким образом, пучок трубок мог свободно претерпевать температурные деформации.

Корпус контактной колонки был электрически изолирован от ртутного стакана и от верхней токоподводящей шины.

Верхняя часть контактной колонки снабжена газовым колпаком, внутренняя полость которого при помощи соответствующих уплотнений изолирована от проточной части колонки. В газовый колпак от компенсаторов давления установки В-200 [1] подводился сжатый азот с давлением, равным давлению в проточной части колонки. Поскольку внутренняя полость трубок сообщалась с газовым колпаком, давление внутри и снаружи трубок поддерживалось примерно одинаковым и трубки разгружались от наружного давления воды. На газовом колпаке размещался узел вывода термопар.

Имитация тепловыделения в трубках пучка осуществлялась пропусканием электрического тока.

При проведении опытов производились те же основные измерения, что и в работе [1].

Момент наступления кризиса в режиме кипения, отмечавшийся по резкому повышению температуры стенки одной из трубок пучка, снабженных термопарами (в некоторых случаях кризис отмечался одновременно в двух или трех трубках), фиксировался по показаниям приборов.

Критические тепловые нагрузки определялись по электрической мощности и контролировались по тепловому балансу воды.

В самом начале опытов было обнаружено, что первые 2—3 кризиса в режиме кипения, полученные при одних и тех же параметрах на новом (не бывшем в работе) пучке, давали заниженные (в 3—4 раза) значения  $q_{кр}$  по сравнению с последующими. После нескольких последовательных кризисов наступила стабилизация значения  $q_{кр}$ . Было также установлено, что предварительный прогрев электрическим током трубок пучка в контактной колонке при давлении воды 220 атм и температуре стенок трубок 600—650° С давал сразу же стабильные значения  $q_{кр}$ . Приведенные ниже результаты получены на пучках после предварительного прогрева.

Опыты по определению значений  $q_{кр}$  проведены в интервале давлений 180—210 атм и при скоростях воды 0,65—4,65 м/сек и недогревах до температуры

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

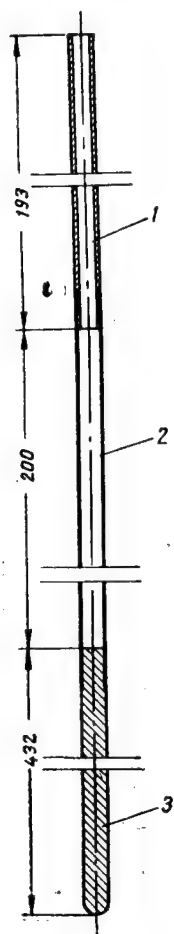


Рис. 1.

Рис. 1. Тепловыделяющий элемент трубного пучка.

1—медная токоподводящая трубка  $5 \times 1$  мм, 2—тепловыделяющая трубка  $5 \times 0,27$  мм из нержавеющей стали, 3—медный токоподводящий стержень.

Рис. 2. Контактная колонка с рабочим участком.

1—корпус контактной колонки, 2—тепловыделяющий элемент трубного пучка, 3—ртутный стакан, 4—нижняя токоподводящая шина, 5—медные бобышки, 6—гильза, 7—центрирующее кольцо, 8—медный конус, 9—нажимная гайка, 10—термопары, 11—узел вывода термопар, 12—газовый коллектор, 13—верхняя токоподводящая шина, 14—верхнее выходное окно в гильзе.

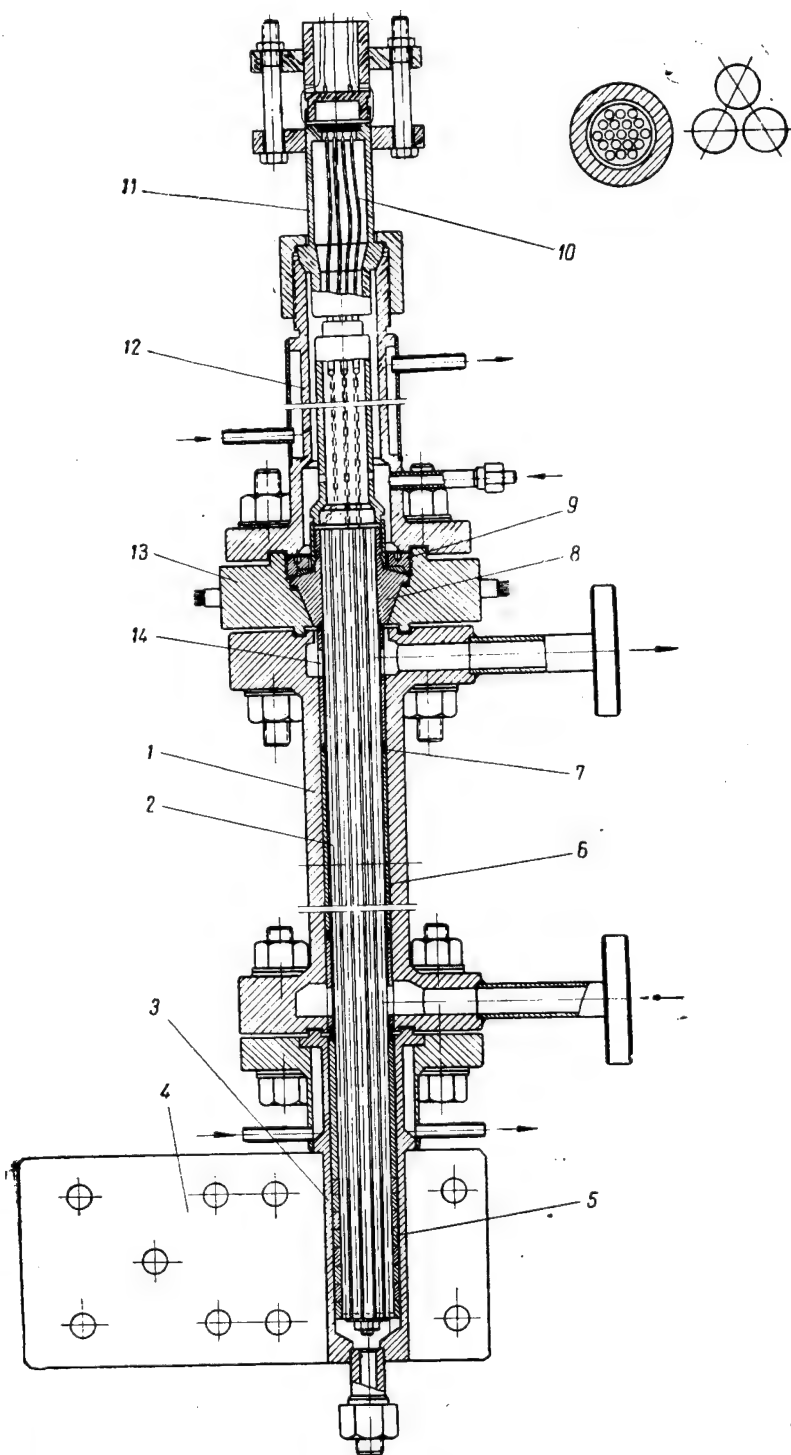


Рис. 2.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

насыщения 10—40° С. При давлении 220 *ата*, так же как и в работе [1], обнаружено вырождение кризиса в режиме кипения.

и 19 трубок. Это, вероятно, связано с различной для обоих пучков разницей между действительной определяющей температурой воды и средней темпе-

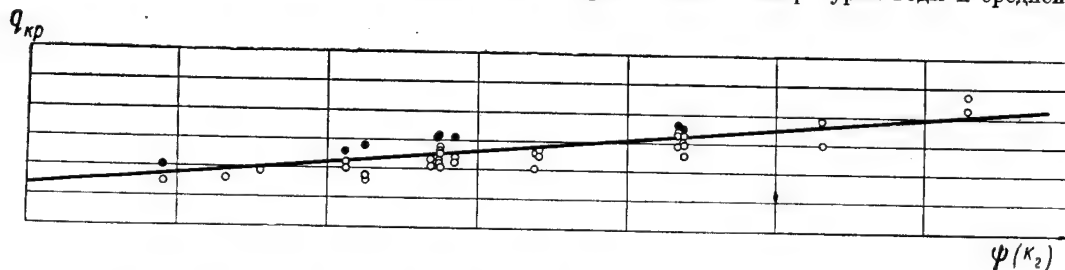


Рис. 3. Опытные данные по  $q_{кр}$  для трубных пучков в зависимости от

$$\frac{K}{K_1^{0,65} \left( 1 + \frac{0,32 \cdot 10^6}{R^{1,1+2,6K_1+0,9K_2}} \right)} = \psi(K_2).$$

Прямая линия отвечает критериальному уравнению. ● — пучок из 19 трубок, ○ — пучок из 7 трубок.

На рис. 3 приведены полученные данные по  $q_{кр}$  для пучков трубок в сопоставлении с критериальным уравнением\*):

$$K = K_1^{0,65} (95 + 420 K_2) \left( 1 + \frac{0,32 \cdot 10^6}{R^{1,1+2,6 K_1+0,9 K_2}} \right) 10^{-5},$$

где

$$K = \frac{q_{кр}}{r} \sqrt{\frac{v}{\sigma g W_g}}, \quad K_1 = \frac{\gamma''_1}{\gamma_n}, \quad K_2 = \frac{i_g - i_n}{r},$$

$$R = \frac{W_g \sqrt{\frac{\sigma}{\gamma''_1 - \gamma''_n}}}{\gamma_n v}.$$

Как видно, получено удовлетворительное согласие с уравнением, хотя заметно некоторое расслоение опытных точек, относящихся к пучкам из 7

ратурой смещения воды на выходе из пучка, принявшейся в качестве определяющей температуры.

В проведении опытов принимал участие инж. В. И. Кротов. Графическая и расчетная работы выполнены инж. З. Ф. Дерюгиной и техником Н. А. Гущиной.

Авторы выражают благодарность академику А. П. Александрову за постановку задачи и доктору физ.-матем. наук А. К. Красину за внимание и постоянный интерес к работе.

Поступило в редакцию 25 XI 1957 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б. А. Зенкевич, В. И. Субботин. Атомная энергия III, 149 (1957).
2. Б. А. Зенкевич. Атомная энергия 4, 74 (1958).

## О распределении нейтронов в средах с заданными свойствами при плоской границе раздела

И. И. Тальянский

При построении теории нейтронного каротажа скважин и в некоторых других случаях необходимо знать функции распределения нейтронов по пространству в средах с различными нейтронными свойствами, разделенных некоторой границей, при наличии точечного источника быстрых нейтронов.

В работе [1] указанная задача решалась для случая двух сред с цилиндрической границей раздела, что соответствует скважине в бесконечном пласте.

В данной работе рассматривается плоская граница раздела двух сред, что может быть использовано при изучении поведения потока нейтронов при

переходе из одного пласта в другой. Так же, как и в работе [1], задача решается двухгрупповым методом с введением фиктивных источников на границе раздела. Итак, пусть плоская граница делит бесконечное пространство на две части, заполненные средами с различными нейтронными свойствами (см. рис. на стр. 373). В дальнейшем эти среды и все относящиеся к ним величины мы будем обозначать индексами  $s$  и  $r$ . Пусть далее в среде  $s$  на расстоянии  $a$  от границы находится точечный источник быстрых нейтронов. Величины, относящиеся к группам быстрых и медленных (тепловых) нейтронов, будем обозначать индексами 1 и 2 соответственно. Введем цилиндрические координаты

\*) Обозначения те же, что и в работе [2].

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

с началом, помещенным в точку, в которой находится источник (см. рисунок.)

Уравнения для потоков  $\varphi$  быстрых и медленных нейтронов в обеих средах имеют вид:

$$L^{1c}\varphi_{1c} = -Q\delta(r) - 4\pi\rho_{1c}^*, \quad (1)$$

$$L^{1r}\varphi_{1r} = -4\pi\rho_{1r}^*, \quad (2)$$

$$L^{2c}\varphi_{2c} = -\chi_{12c}^2\varphi_{1c} - 4\pi\rho_{2c}^*, \quad (3)$$

$$L^{2r}\varphi_{2r} = -\chi_{12r}^2\varphi_{1r} - 4\pi\rho_{2r}^*, \quad (4)$$

где

$$L^{il} = \nabla^2 + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \chi_{il}^2,$$

$$\chi_{il}^2 = \frac{\Sigma_{il}}{D_{il}}, \quad \chi_{12l}^2 = \frac{\Sigma_{1l}}{D_{2l}},$$

$\Sigma_{1l}$  — макроскопическое сечение замедления,  $\Sigma_{2l}$  — макроскопическое сечение поглощения, тепловых

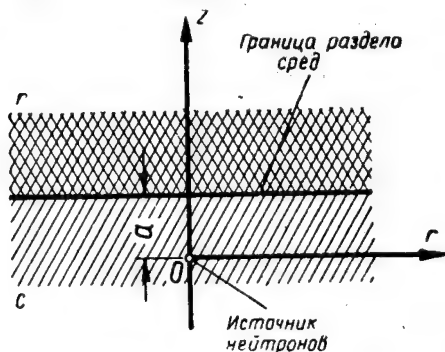


Схема расположения источника нейтронов и границы раздела сред.

нейтронов,  $D_{il}$  — групповой коэффициент диффузии [2],  $\rho_{il}^*$  — плотности фиктивных источников, расположенных на границе,  $Q = N/D_{1c}$ ,  $N$  — число быстрых нейтронов, испускаемых источником в единицу времени ( $i=1,2$ ;  $l=c, r$ ).

Функции  $\rho_{il}^*(r, z)$  записываются следующим образом:

$$\rho_{il}^*(r, z) = \alpha_{il}(r) \delta(z-a),$$

где  $\alpha_{il}$  — некоторые функции от  $r$ .

Далее  $\delta(z-a)$  разлагается в интеграл Фурье, а  $\alpha(r)$  — в интеграл Фурье — Бесселя:

$$\left. \begin{aligned} \delta(z-a) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{ik(z-a)} dk, \\ \alpha_{il}(r) &= \int_0^{\infty} \gamma_{il}(\eta) J_0(\eta r) \eta d\eta. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Тогда после вычислений, аналогичных тем, которые проводились в работе [1], получим следующие выражения для потоков быстрых нейтронов:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{1c}(r, z) &= \int_0^{\infty} \frac{1}{\zeta_{1c}} \left[ \frac{Q}{4\pi} e^{-\zeta_{1c}|z|} + \right. \\ &\quad \left. + 2\pi\gamma_{1c}(\eta) e^{-\zeta_{1c}|z-a|} \right] J_0(\eta r) \eta d\eta, \\ \varphi_{1r}(r, z) &= 2\pi \int_0^{\infty} \gamma_{1r}(\eta) \frac{e^{-\zeta_{1r}|z-a|}}{\zeta_{1r}} J_0(\eta r) \eta d\eta, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где

$$\left. \begin{aligned} \gamma_{1c}(\eta) &= \frac{Q}{8\pi^2} \frac{D_{1c}\zeta_{1c} - D_{1r}\zeta_{1r}}{D_{1c}\zeta_{1c} + D_{1r}\zeta_{1r}} e^{-\zeta_{1c}a}, \\ \gamma_{1r}(\eta) &= \frac{Q}{8\pi^2} \frac{2D_{1c}\zeta_{1r}}{D_{1c}\zeta_{1c} + D_{1r}\zeta_{1r}} e^{-\zeta_{1c}a}, \\ \zeta_{il} &= |\sqrt{\eta^2 + \chi_{il}^2}|. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Выражения для потоков медленных нейтронов имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{2c}(r, z) &= \int_0^{\infty} \left\{ \frac{\chi_{12c}^2}{\chi_{2c}^2 - \chi_{1c}^2} \frac{1}{\zeta_{1c}} \left[ \frac{Q}{4\pi} e^{-\zeta_{1c}|z|} + \right. \right. \\ &\quad \left. + 2\pi\gamma_{1c}(\eta) e^{-\zeta_{1c}|z-a|} \right] + \\ &\quad \left. + 2\pi\gamma_{2c}(\eta) \frac{1}{\zeta_{2c}} e^{-\zeta_{2c}|z-a|} \right\} J_0(\eta r) \eta d\eta, \\ \varphi_{2r}(r, z) &= \int_0^{\infty} \left\{ \frac{\chi_{12r}^2}{\chi_{2r}^2 - \chi_{1r}^2} \frac{1}{\zeta_{1r}} 2\pi\gamma_{1r}(\eta) e^{-\zeta_{1r}|z-a|} + \right. \\ &\quad \left. + 2\pi\gamma_{2r}(\eta) \frac{1}{\zeta_{2r}} e^{-\zeta_{2r}|z-a|} \right\} J_0(\eta r) \eta d\eta, \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где

$$\left. \begin{aligned} \gamma_{2c}(\eta) &= \frac{Q}{4\pi^2} \frac{\zeta_{2c} e^{-\zeta_{1c}a}}{(D_{1c}\zeta_{1c} + D_{1r}\zeta_{1r})(D_{2c}\zeta_{2c} + D_{2r}\zeta_{2r})} \times \\ &\quad \times \left\{ \frac{\chi_{12c}^2}{\chi_{2c}^2 - \chi_{1c}^2} (D_{2c}D_{1r}\zeta_{1r} - D_{1c}D_{2r}\zeta_{2r}) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{\chi_{12r}^2}{\chi_{2r}^2 - \chi_{1r}^2} D_{1c}D_{2r}(\zeta_{2r} - \zeta_{1r}) \right\}, \\ \gamma_{2r}(\eta) &= \frac{Q}{4\pi^2} \frac{\zeta_{2r} e^{-\zeta_{1c}a}}{(D_{1c}\zeta_{1c} + D_{1r}\zeta_{1r})(D_{2c}\zeta_{2c} + D_{2r}\zeta_{2r})} \times \\ &\quad \times \left\{ \frac{\chi_{12c}^2}{\chi_{2c}^2 - \chi_{1c}^2} D_{2c}(D_{1r}\zeta_{1r} + D_{1c}\zeta_{2c}) - \right. \\ &\quad \left. - \frac{\chi_{12r}^2}{\chi_{2r}^2 - \chi_{1r}^2} D_{1c}(D_{2c}\zeta_{2c} + D_{2r}\zeta_{1r}) \right\}. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Формулы (8) вместе с формулами (7) и (9) дают распределение тепловых нейтронов по всему пространству.

Из интегралов, входящих в формулы (8), аналитически вычисляется только один:

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-\zeta_{1c}|z|}}{\zeta_{1c}} J_0(\eta r) \eta d\eta = \frac{1}{\sqrt{r^2 + z^2}} e^{-\chi_{1c}\sqrt{r^2 + z^2}}.$$

Остальные могут быть найдены численными методами для каждого конкретного случая.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Применение полученных результатов к задачам теории нейтронного каротажа будет проведено отдельно.

Автор благодарен А. Е. Глауберману за обсуждение работы.

Поступило в редакцию 21 XI 1957 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Глауберман, И. П. Тальянский. Атомная энергия III, 23 (1957).
2. С. Глестон, М. Эдлунд. Основы теории ядерных реакторов. Изд. ИЛ, 1954.

## Определение среднего числа нейтронов, испускаемых при делении $U^{235}$ нейтронами с энергией 14,8 Мэв

А. Н. Протопопов, М. В. Блинов

**Метод.** Определение среднего числа мгновенных нейтронов  $\nu$ , испускаемых в одном акте деления различными изотопами урана и плутония, представляет значительный интерес как для ядерной энергетики, так и для понимания самого процесса деления. По мере увеличения энергии нейтронов, вызывающих деление, процесс измерения  $\nu$  усложняется. К числу основных причин, затрудняющих измерения, следует отнести появление вторичных нейтронов в реакциях  $(n, n)$ ,  $(n, 2n)$  и  $(n, 3n)$ , а также большой фон детекторов нейтронов деления, возникающий за счет регистрации первичных нейтронов.

Применение метода совпадений между осколками и нейтронами создает наиболее благоприятные условия для исключения всех случаев регистрации нейтронов, не относящихся к процессу деления. Такая методика была разработана Калашниковой, Лебедевым и Спиваком [1] для измерений  $\nu$  при делении  $U^{233}$ ,  $U^{235}$  и  $Pu^{239}$  нейтронами спектра деления. В качестве детекторов нейтронов авторы работы [1] использовали несколько борных счетчиков, размещенных в парафиновом блоке. Разрешающее время схемы совпадений составляло  $2 \cdot 10^{-4}$  сек. В тех случаях, когда при измерениях  $\nu$  в потоке быстрых нейтронов возникает большой фон нейтронного детектора, появляется необходимость значительного уменьшения разрешающего времени схемы совпадений и применение борных счетчиков в парафине становится невозможным.

В настоящей работе измерялось  $\nu$  при делении  $U^{235}$  нейтронами с энергией 14,8 Мэв. В качестве детектора нейтронов, нечувствительного к  $\gamma$ -лучам, обладающего почти постоянной эффективностью к нейтронам спектра деления [2], [3], а также допускающего использование схемы быстрых совпадений, была применена ионизационная камера со слоем  $U^{235}$  на высоковольтном электроде. Так как такой детектор обладает очень малой эффективностью, оказалось необходимым максимально сблизить его с камерой, регистрирующей осколки деления. Практически обе камеры были объединены в одну двойную ионизационную камеру, на высоковольтном электроде которой были расположены два одинаковых слоя из  $U^{235}$ . Слои были нанесены на диски из тонкой алюминиевой фольги, сложенные тыльными сторонами. Каждая камера служила детектором первичных делений и детектором нейтронов от делений, происходящих в другой камере.

Число совпадений импульсов осколков деления при помещении камеры в поток нейтронов

равно

$$N_c = N_1 \nu \varepsilon_2 + N_2 \nu \varepsilon_1 = N_1 \nu \varepsilon_2 \left( 1 + \frac{N_2}{N_1} \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \right), \quad (1)$$

где  $N_1$  — число зарегистрированных делений в слое первой камеры;  $\varepsilon_2$  — эффективность регистрации вторым каналом нейтрона, испущенного при делении первичными нейтронами в слое первой камеры;  $N_2$  и  $\varepsilon_1$  имеют соответствующие значения. Потоки первичных нейтронов на оба урановых слоя одинаковы, поэтому  $\frac{N_2}{N_1} \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = 1$ . Тогда из выражения (1) получим

$$\nu = \frac{N_c}{2N_1 \varepsilon_2}. \quad (2)$$

Среднее число нейтронов, испускаемых в одном акте деления  $U^{235}$  нейтронами с энергией 14,8 Мэв, измерялось по отношению к среднему числу нейтронов, испускаемых при делении тепловыми нейтронами. Из выражения (2) получаем

$$\frac{\nu}{\nu^T} = \frac{\frac{N_c}{N_1} \frac{\varepsilon_2^T}{\varepsilon_2}}{\frac{N_c^T}{N_1^T}} \quad (3)$$

(величины, относящиеся к делению тепловыми нейтронами, отмечены буквой «Т»).

Камера облучалась сначала в потоке нейтронов с энергией 14,8 Мэв, а затем помещалась в поток тепловых нейтронов. В обоих случаях определялось отношение числа совпадений к числу делений в одном канале. Для вычисления отношения  $\nu/\nu^T$ , кроме экспериментально найденных величин  $N_c/N_1$ , необходимо было определить отношение эффективностей. Эти величины не сокращаются из-за различия в угловом распределении осколков [4], а следовательно, и нейтронов деления. Так как отношение  $\varepsilon^T/\varepsilon$  очень близко к единице, то можно не вычислять абсолютного значения эффективностей, а достаточно лишь оценить их отношение.

**Аппаратура и условия эксперимента.** Для увеличения эффективности регистрации нейтронов деления использовались урановые слои довольно большой толщины ( $\sim 2$  мг/см<sup>2</sup>). Слои приготавливались методом осаждения из взвеси порошка  $U_3O_8$  в спирте на алюминиевую фольгу толщиной 0,1 мм. Уран содержал 97,5%  $U^{235}$ . Диаметр урановых мишеней равнялся 20 мм. Расстояние между высоковольтным и каждым собирающим электродом было равно

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Таблица

## Результаты измерений

Нейтроны	Число осколков $N_1$	Число совпа- дений $N_c$	Число случай- ных совпа- дений $N_{cc}$	Число истин- ных сов- падений $N_{ист.с}$	$\frac{N_{ист.с}}{N_1} \cdot 10^5$	$\frac{N_{ист.с}}{N_1} : \frac{N_{ист.с}^T}{N_1^T}$
С энергией 14,8 Мэв.	327 059 × 64	1427	382	1045	5,00	$1,83 \pm 0,13$
Тепловые . . . . .	407 727 × 64	1137	423	714	2,73	

2,5 мм. Камера наполнялась смесью хорошо очищенного аргона (97%) и CO<sub>2</sub> (3%) до атмосферного давления.

Усиленные и сформированные импульсы шириной 0,4 мксек подавались на схему совпадений, разрешающее время которой равнялось  $(1 \pm 0,05) \cdot 10^{-7}$  сек. Разрешающее время измерялось периодически в течение всего опыта. При скорости счета истинных совпадений, равной 10—15 имп/час, фон случайных совпадений не превышал 30—50% эффекта.

Нейтроны для облучения урана получались с помощью ускорительной трубки по реакции  $T^3(d, n)He^4$  при бомбардировке дейтронами с энергией 175 кэв толстой тритиево-циркониевой мишени. Полный поток нейтронов поддерживался во время измерений в интервале  $(1 \div 2) \cdot 10^9$  нейтр/сек, что соответствовало скорости счета в каналах, равной 3000—6000 имп/мин.

При измерениях на быстрых нейтронах камера устанавливалась на оси пучка дейтронов таким образом, что урановые слои располагались перпендикулярно пучку падающих нейтронов с энергией 14,8 Мэв на расстоянии 5,5 см от тритиевой мишени. Распределение потока нейтронов по площади урановых слоев при таком расположении отличалось от равномерного менее чем на 4%. Камера окружалась кадмием для защиты от тепловых нейтронов. В этих условиях фон делений рассеянными нейтронами составлял 3%.

Для измерений на тепловых нейтронах камера помещалась на расстоянии 30 см от мишени. Камера и мишень трубки окружались парафином. От прямого пучка быстрых нейтронов урановые слои экранировались свинцовым цилиндром длиной 20 см. При этом число делений, вызываемых надкадмиевыми нейтронами, не превышало 5%.

Результаты. Результаты измерений приведены в таблице. Для получения относительного числа нейтронов  $\nu/\nu^T$  согласно равенству (3) необходимо экспериментальное значение отношения  $N_c/N_1 : N_c^T/N_1^T$ , помещенное в последней колонке таблицы, умножить на отношение эффективностей  $\varepsilon/\varepsilon^T$ . Учитывая анизотропию распределения осколков при делении U<sup>235</sup> нейтронами с энергией 14,8 Мэв [4], можно было оценить, что отношение эффективностей равно  $1,04 \pm 0,02$ . Согласно этому  $\nu/\nu^T$  равно  $1,90 \pm 0,17$ . В это значение, однако, следует ввести некоторые поправки.

Прежде всего необходимо учесть влияние фона делений от рассеянных нейтронов при измерениях

в потоке быстрых нейтронов. При использовании данных Личмана [5] учет фона делений рассеянными нейтронами увеличивает  $\nu/\nu^T$  на 1,4%. В опыте с тепловыми нейтронами поправка на фон надкадмиевых нейтронов не вводилась ввиду незначительного изменения  $\nu$  при малом увеличении энергии нейтрона.

Необходимо также ввести поправку, связанную с некоторой неточностью сделанного ранее в формуле (2) допущения, что  $\frac{N_2}{N_1} \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = 1$ . В самом деле

$N_2/N_1$  равно отношению эффективностей камер для нейтронов с энергией 14,8 Мэв, а  $\varepsilon_1/\varepsilon_2$  — отношению эффективностей камер для нейтронов спектра деления. Практически эти отношения не равны, так как эффективности каналов изменяются в неодинаковой степени при изменении энергии нейтронов, что связано с применением толстых урановых мишеней и с некоторым отличием в параметрах каналов. Этот эффект приводит к уменьшению  $\nu/\nu^T$  на 1,5%.

Поправка на возможное различие спектров вторичных нейтронов не вводилась. Ошибка, связанная с этим, едва ли превышает 1%. Не вводилась также поправка на влияние некоторой неоднородности толщины урановых слоев. Ввиду равномерности распределения потоков быстрых и тепловых нейтронов по поверхности слоев и относительности измерений эта поправка меньше 1%. Влияние возможной нестабильности аппаратуры сводилось к минимуму попеременными измерениями. Погрешность на нестабильность аппаратуры не вводилась.

С учетом поправок  $\nu/\nu^T = 1,90 \pm 0,18$ . При использовании значения  $\nu^T = 2,47 \pm 0,03$  [6] получаем, что  $\nu$  для U<sup>235</sup> при делении нейтронами с энергией 14,8 Мэв равно  $4,7 \pm 0,5$ . Погрешность в значении  $\nu$  определяется в основном статистической ошибкой измерений.

В обзорах [5], [7], [8] отмечалось, что экспериментальные данные по измерению  $\nu$  для быстрых нейтронов хорошо согласуются с расчетами Фаулера (см. [5]) для значений температуры возбужденных осколков  $T = 1,4$  Мэв. Если экстраполировать расчетные кривые [5] до значения  $E_n = 15$  Мэв, как это было сделано в обзоре Ерозолимского [7], то лучшее согласие результатов данной работы с расчетами Фаулера получается при  $T = 1$  Мэв.

В заключение выражаем признательность И. А. Баранову и Ю. И. Белянину за обеспечение работы ускорительной трубки и Л. И. Радаеву за техническую помощь.

Поступило в редакцию 8 VII 1957 г.



## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Калашникова, В. М. Лебедев, П. Е. Спывак. Атомная энергия II, 18 (1957).
2. D. J. Hughes, J. A. Harvey, Neutron Cross Sections, McGraw-Hill Co, N.-Y., 1955.
3. Г. А. Дорофеев, Ю. П. Добрынин. Атомная энергия II, 10 (1957).
4. J. E. Brolley, W. C. Dickinson, R. L. Henkel. Phys. Rev. 99, 159 (1955).
5. B. B. Leachman. Phys. Rev. 101, 1005 (1956).
6. D. J. Hughes, R. B. Schwartz. Neutron Cross Sections, BNL-325, Suppl. 1, BNL, 1957.
7. Б. Г. Ерозолимский. Приложение № 1 к журналу «Атомная энергия», 1957, стр. 74; Н. А. Власов. Атомная энергия I, № 1, 99 (1956).
8. P. A. Egelstaff. Atomic and Nuclear Energy 8, № 1, 21 (1957).

## Получение прочных слоев урана, нептуния, плутония и америция методом электролитического осаждения

Г. И. Хлебников Е. П. Дергунов

Для ряда исследований по ядерной физике, проводимых на циклотронах и других установках, требуются сравнительно тонкие (от 0,1 до 0,4 мг/см<sup>2</sup>) слои (мишени) из различных химических элементов, в том числе урана, нептуния, плутония, америция. Кроме механической прочности, эти мишени должны длительное время выдерживать интенсивные пучки тяжелых заряженных частиц (N<sup>14</sup>, C<sup>12</sup>, O<sup>16,18</sup>), а также резкие колебания температуры: от комнатной до 500—700° С.

Известно несколько методов изготовления тонких слоев: электролитический, катодное распыление, нанесение с органическими связующими добавками и др. В практике наибольшее распространение нашел электролитический метод.

Существенная трудность при электролитическом получении прочных слоев урана и трансурановых элементов состоит в том, что элементы, осаждающиеся на катоде, представляют собой не металл, а гидроокиси сложного состава.

Описанные в литературе условия получения электролитических осадков имеют ряд недостатков. Они не обеспечивают количественного выхода по элементу [1] — [3], [5], [7] или дают недостаточно прочные слои [4], [6].

Получение исходных соединений — безводных хлоридов (PuCl<sub>3</sub> и др.) [3] — представляет сложную задачу.

В нашей работе были подобраны наилучшие условия электролиза, позволяющие получать очень прочные тонкие слои с высоким выходом по элементу. При этом электроосаждение можно проводить из азотнокислых и солянокислых растворов любого валентного состояния элемента.

В предлагаемой статье даются методические указания по изготовлению слоев.

Как известно, при электролизе из водных растворов наиболее прочные слои получают при добавлении в электролит комплексообразователей [5], [7]. В качестве комплексообразователя мы использовали оксалат аммония, растворенный в воде (0,05—0,07 М), а в некоторых опытах — муравьиную

кислоту. В работе применялись электролизеры, подобные описанным в литературе [5], [6].

Для мишеней размером 0,5×1,2 см и с плотностью слоя 0,15—0,25 мг/см<sup>2</sup> раствор (1,5—2,0 см<sup>3</sup>) оксалата аммония заливался в сосудик для электролиза так, чтобы расстояние между электродами было равно 1,5—2,0 см. Затем при тщательном перемешивании вносился азотнокислый или солянокислый раствор (~0,2 см<sup>3</sup>) с элементом, подлежащим электролизу (U<sup>+6</sup>, Np<sup>+4</sup>, Pu<sup>+4</sup>), из расчета на требуемый слой. Несколькими каплями концентрированного NH<sub>4</sub>OH pH раствора доводился до значения 8—9.

Электролиз проводился при комнатной температуре и катодной плотности тока 100—150 ма/см<sup>2</sup>. Изменение плотности тока в этих пределах не влияет на выход по элементу и на качество слоя. При больших плотностях тока слой гидроокиси получается очень неровным и рыхлым. При меньших плотностях тока выход по элементу оказывается низким даже при очень длительном времени электролиза. Независимо от исходного количества элемента (при расчете на слой не более 0,4 мг/см<sup>2</sup>) через 2—2,5 час на катоде выделяется около 50% его, а количественное осаждение (95—98%) достигается через 5—6 час.

Многочисленные опыты показали, что увеличение времени электролиза до 12—14 час. способствует образованию плотного прочного слоя и более полному выходу по элементу (99—99,5%).

При указанной катодной плотности тока происходило интенсивное газовыделение, которое позволило не применять вращающийся анод или какое-либо специальное перемешивание электролита.

По окончании опыта электролит отбирался пипеткой, мишень двукратно промывалась дистиллированной водой (свободной от CO<sub>2</sub>) с добавкой аммиака и сушилась на воздухе при комнатной температуре 2—3 часа. Для сохранения и упрочнения слоя эта стадия медленной сушки особенно важна. Затем следовала сушка в сушильном шкафу при температуре 80° С или в эксикаторе. Если позволяет материал подложки, мишень можно прокалить до получения окислов соответствующих элементов.



## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Мишень испытывалась на прочность путем протирания слоя сухим вагным тампоном. При толщине слоя около  $0,2 \text{ мг/см}^2$  убыль в весе составляла 5—10%

Выход вещества на катоде контролировался по весу мишени и по измерению  $\alpha$ -активности слоя электролита и промывных вод. В качестве материалов для катодов применялись никель, платина, алюминий и медные сплавы в виде фольги толщиной от 2,5 мк до 1 мм. Катоды из алюминия, меди и ее сплавов оказались неустойчивыми в применявшемся электролите (рН 8—9). Для алюминиевого или медного катода приходилось брать толстую фольгу, снижать рН до ~7 и сокращать время электролиза до 2—3 час., не добиваясь полноты осаждения.

Аноды изготовлялись из платины, графита и никеля. Вследствие окислительного процесса, происходящего на аноде, графит разрушался (осыпался) в условиях отработанного нами режима электролиза. В опытах с графитовым анодом было необходимо применять диафрагму, которая изготовлялась из стеклянного фильтра № 3.

Перед электролизом катод, анод и электролизер обрабатывались спиртом, бензолом или трихлорэтиленом с целью обезжиривания; это значительно улучшало качество слоя (повышало равномерность, прочность и выход по элементу).

Для приготовления тонких слоев америция нельзя было применять оксалатный электролит вследствие образования нерастворимого оксалата америция. Поэтому мы использовали электролит, состоящий из солянокислого или азотнокислого раствора америция в 0,2 М муравьиной кислоте и 0,2 М муравьинокислом аммонии [8].

Электролиз проводился 3,5 часа при начальном рН среды, равном 3, катодной плотности тока 100—150  $\text{ма/см}^2$  и  $t = 20^\circ \text{C}$ . В качестве материалов для электродов применялись: платина (анод), никель и платина (катод). Условия обработки катодного осадка аналогичны описанным для оксалатного электролита. Опыты показали, что при использовании электролита с муравьиной кислотой образуются

значительно более прочные слои, чем те, которые получают из спиртно-ацетоновой смеси [4].

Из электролита с муравьиной кислотой, кроме америция, были получены сравнительно хорошие слои гидроокисей плутония и нептуния при режиме работы, описанном выше.

Следует отметить, что для урана, нептуния, плутония и америция прочные слои получались в один прием не толще  $0,4 \text{ мг/см}^2$ . Количественное осаждение достигалось в том случае, если исходная концентрация элемента бралась из расчета на толщину слоя не больше  $0,4 \text{ мг/см}^2$ . Это было установлено многочисленными опытами с различной исходной концентрацией исследуемых элементов.

Поступило в редакцию 27 XI 1957 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. L. Koch. J. Nucl. Energy № 2, 110 (1955).
2. H. Diamond, P. R. Fields, J. Mech, M. G. Inghram, D. C. Hess. Phys. Rev. 92, 1490 (1953).
3. A. Glass. Studies in the Nuclear Chemistry of Plutonium, Americium and Curium and the Masses of the Heaviest Elements. Univers. Calif. Res. Labor, 1954, p. 25.
4. В. Б. Дедов, В. Н. Косяков. Исследования в области геологии, химии и металлургии (доклады советской делегации на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии). Изд. АН СССР, 1955, стр. 250.
5. D. L. Hufford, B. F. Scott. The Transuranium Elements. Ed. by G. Seaborg, part II, 1949, p. 1149.
6. Г. Н. Яковлев, П. М. Чулков, В. Б. Дедов, В. Н. Косяков, Ю. П. Соболев. Атомная энергия I, 5, 131 (1956).
7. К. Гасто. Аналитическая химия урана и тория. Изд. ИЛ, 1956, стр. 327.
8. Roy K o. Nucleonics 14, № 7, 74 (1956).

## К вопросу о количестве изотопных молекул простых и сложных веществ и их концентрациях

И. Г. Петренко

При изучении различных физических и химических процессов с помощью стабильных изотопов, а также при проведении точных и быстрых анализов сложных газовых смесей наиболее широко используются различного типа масс-спектрометры, основной принцип работы которых основан на разделении компонентов газовых смесей по их молекулярным весам. В связи с этим представляет большой интерес возможность разработки метода расчета количества изотопных молекул и их концентрации (без учета влияния изотопного эффекта) в простых и сложных химических веществах.

Изучение молекулярного изотопного состава простых и сложных веществ представляет теоретический и практический интерес, например для масс-спектрометрических исследований, молекуляр-

ной спектроскопии, проблемы разделения изотопов и т. д. Однако методика расчета молекулярного изотопного состава различных веществ в литературе отсутствует.

Для решения вопроса о количестве изотопных молекул, входящих в состав любого простого или сложного вещества, могут быть с успехом применены основные положения математической статистики.

Исследования показывают, что общее количество изотопных молекул  $N_i$  любого простого вещества может быть установлено при помощи метода комбинаторики [1]:

$$N_i = \frac{(n+m-1)!}{n! (m-1)!} \quad (1)$$

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Таблица 1

Количества изотопных молекул некоторых простых и сложных веществ

Вещество	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Количество изотопных молекул . . .	3	6	6	12	9	24	40	10	21	49	63	180

Количество изотопных молекул сложных органических и неорганических соединений определяется при помощи равенства

$$N_i = \frac{(n_1+m_1-1)!}{n_1!(m_1-1)!} \frac{(n_2+m_2-1)!}{n_2!(m_2-1)!} \dots \frac{(n_i+m_i-1)!}{n_i!(m_i-1)!} \dots$$

$$\dots = \prod_i \frac{(n_i+m_i-1)!}{n_i!(m_i-1)!}, \quad (2)$$

где  $n$  — число атомов данного элемента, входящего в состав молекулы,  $m$  — число изотопов, входящих в состав данного элемента.

Число членов уравнения (2) ограничивается числом элементов, входящих в состав молекулы изучаемого вещества.

Содержание стабильных изотопов в элементах изменяется от единицы до десяти, а для большинства элементов не превышает четырех. Количество атомов различных элементов, входящих в состав неорганических соединений, также сравнительно невелико и обычно не превышает десяти. Молекулы органических соединений могут состоять из большого количества атомов углерода и водорода, но эти элементы имеют только по два стабильных изотопа.

Для расчета количества изотопных молекул отдельных классов сложных соединений уравнение (2) может быть значительно упрощено. Так, например, для огромного количества алифатических и ароматических соединений, имеющих общую формулу  $C_{n_1}H_{n_2}$ , уравнение (2) принимает следующий вид:

$$N_i = (n_1+1)(n_2+1). \quad (3)$$

Таким образом, при практическом использовании уравнения (2) не требуется вспомогательных методов расчета, так как оно упрощается за счет того, что значения  $n$  и  $m$  обычно ограничиваются первым десятком натуральных чисел, а также за счет сокращения подобных членов в числителе и знаменателе.

Для примера в табл. 1 приведены количества изотопных молекул простых и сложных веществ.

Массовые числа изотопных молекул сложных веществ изменяются в значительно меньших пределах. Поэтому изотопные молекулы образуют изотопные группы, число которых определяется пределами изменения массовых чисел изотопных молекул данного вещества и устанавливается при помощи простого уравнения

$$N_r = \sum_i (A_n - A_1)_i n_i + 1, \quad (4)$$

где  $A_n$ ,  $A_1$  — массовые числа предельных изотопов данного элемента, входящего в состав молекулы сложного вещества.

Это равенство не может быть применено только для сравнительно небольшого числа случаев.

Весьма важно также иметь возможность расчетным путем установить концентрации изотопных молекул простых и сложных соединений. Для установления концентрации изотопных молекул любого простого вещества расчетным путем (без учета влияния изотопного эффекта) можно применить уравнение полиномиального разложения [2]

$$(\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_m)^n. \quad (5)$$

Для расчета концентрации изотопных молекул сложных неорганических и органических веществ применяется следующее уравнение:

$$(\theta_{11} + \theta_{12} + \dots + \theta_{1m})^{n_1} (\theta_{21} + \theta_{22} + \dots + \theta_{2m})^{n_2} \dots$$

$$\dots (\theta_{i1} + \theta_{i2} + \dots + \theta_{im})^{n_i} = \prod_i (\theta_{i1} + \theta_{i2} + \dots + \theta_{im})^{n_i}, \quad (6)$$

где  $n$  — число атомов элемента, входящего в состав молекулы,  $\theta$  — концентрация изотопов данного элемента, входящего в состав молекулы, выраженные в долях, т. е.  $\theta_{11} + \theta_{12} + \dots + \theta_{1m} = 1$ . Число множителей в уравнении (6) соответствует числу элементов, входящих в состав данного соединения, а число суммируемых членов в каждом множителе — количеству изотопов данного элемента.

При решении многочленов (5) и (6) получаются величины, характеризующие концентрации изотопных молекул, выраженные в долях единицы.

В основу расчета взяты последние данные [3] концентраций изотопов химических элементов. Для примера в табл. 2 и 3 приведены изотопные молекулы окиси и двуокиси углерода, метана и их концентрации; изотопные молекулы разбиты по группам (вертикальные столбцы) и классам (горизонтальные строки). В изотопных группах размещены все изотопные молекулы, имеющие равные массовые числа ( $A$ ), а в классах — все изотопные молекулы, имеющие в составе один и тот же изотоп элемента. В таблицах указаны также концентрации изотопных молекул (без учета влияния изотопного эффекта), количества изотопных молекул по группам и классам ( $\Sigma n$ ), а также их суммарная концентрация ( $\Sigma c$ ).

Если в состав молекулы изучаемого сложного соединения входит только один атом одного из элементов, то суммарные концентрации изотопных молекул каждого класса ( $\Sigma c_2$ ) будут точно соответствовать концентрациям изотопов данного элемента. Это можно видеть в приведенных таблицах.

Образование сложных веществ в природных условиях при сравнительно низкой температуре

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Таблица 2

## Изотопные молекулы окиси и двуокиси углерода и их концентрации

$\begin{matrix} A \\ \diagdown \\ \text{CO} \end{matrix}$	28	29	30	31	$\Sigma n_2$	$\Sigma c_2, \%$
$\text{C}^{12}\text{O}$	$\text{C}^{12}\text{O}^{16}$ 98,654	$\text{C}^{12}\text{O}^{17}$ $3,659 \cdot 10^{-2}$	$\text{C}^{12}\text{O}^{18}$ $2,017 \cdot 10^{-1}$		3	98,892
$\text{C}^{13}\text{O}$		$\text{C}^{13}\text{O}^{16}$ 1,105	$\text{C}^{13}\text{O}^{17}$ $4,099 \cdot 10^{-4}$	$\text{C}^{13}\text{O}^{18}$ $2,26 \cdot 10^{-3}$	3	1,108
$\Sigma n_1$	1	2	2	1	6	
$\Sigma c_1, \%$	98,654	1,142	$2,021 \cdot 10^{-1}$	$2,26 \cdot 10^{-3}$		100,000

$\begin{matrix} A \\ \diagdown \\ \text{CO}_2 \end{matrix}$	44	45	46	47	48	49	$\Sigma n_2$	$\Sigma c_2, \%$
$\text{C}^{12}\text{O}_2$	$\text{C}^{12}\text{O}_2^{16}$ 98,416	$\text{C}^{12}\text{O}^{16}\text{O}^{17}$ $7,3 \cdot 10^{-2}$	$\text{C}^{12}\text{O}^{16}\text{O}^{18}$ $4,025 \cdot 10^{-1}$ $\text{C}^{12}\text{O}_2^{17}$ $1,354 \cdot 10^{-5}$	$\text{C}^{12}\text{O}^{17}\text{O}^{18}$ $1,493 \cdot 10^{-4}$	$\text{C}^{12}\text{O}_2^{18}$ $4,115 \cdot 10^{-1}$		6	98,892
$\text{C}^{13}\text{O}_2$		$\text{C}^{13}\text{O}_2^{16}$ 1,103	$\text{C}^{13}\text{O}^{16}\text{O}^{17}$ $8,179 \cdot 10^{-4}$	$\text{C}^{13}\text{O}^{16}\text{O}^{18}$ $4,509 \cdot 10^{-3}$ $\text{C}^{13}\text{O}_2^{17}$ $1,517 \cdot 10^{-7}$	$\text{C}^{13}\text{O}^{17}\text{O}^{18}$ $1,673 \cdot 10^{-6}$	$\text{C}^{13}\text{O}_2^{18}$ $4,611 \cdot 10^{-6}$	6	1,108
$\Sigma n_1$	1	2	3	3	2	1	12	
$\Sigma c_1, \%$	98,416	1,176	$4,034 \cdot 10^{-1}$	$4,658 \cdot 10^{-3}$	$4,132 \cdot 10^{-4}$	$4,611 \cdot 10^{-6}$		100,000

Таблица 3

## Изотопные молекулы метана и их концентрации

$\begin{matrix} A \\ \diagdown \\ \text{CH}_4 \end{matrix}$	16	17	18	19	20	21	$\Sigma n_2$	$\Sigma c_2, \%$
$\text{C}^{12}\text{H}_4$	$\text{C}^{12}\text{H}_4^{16}$ 98,835	$\text{C}^{12}\text{H}_3^{16}\text{H}^{17}$ $5,733 \cdot 10^{-2}$	$\text{C}^{12}\text{H}_3^{16}\text{H}_2^{18}$ $1,247 \cdot 10^{-5}$	$\text{C}^{12}\text{H}^{16}\text{H}_3^{18}$ $1,206 \cdot 10^{-9}$	$\text{C}^{12}\text{H}_4^{17}$ $4,371 \cdot 10^{-14}$		5	98,892
$\text{C}^{13}\text{H}_4$		$\text{C}^{13}\text{H}_4^{16}$ 1,107	$\text{C}^{13}\text{H}_3^{16}\text{H}^{17}$ $6,424 \cdot 10^{-4}$	$\text{C}^{13}\text{H}_2^{16}\text{H}_2^{18}$ $1,397 \cdot 10^{-7}$	$\text{C}^{13}\text{H}^{16}\text{H}_3^{18}$ $1,351 \cdot 10^{-11}$	$\text{C}^{13}\text{H}_4^{17}$ $4,898 \cdot 10^{-16}$	5	1,108
$\Sigma n_1$	1	2	2	2	2	1	10	
$\Sigma c_1, \%$	98,835	1,164	$6,549 \cdot 10^{-4}$	$1,409 \cdot 10^{-7}$	$1,355 \cdot 10^{-11}$	$4,898 \cdot 10^{-16}$		100,000

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

сопровождается некоторым обогащением их одним из изотопов, что обусловлено влиянием изотопного эффекта. Нам представляется, что расчетная величина концентрации изотопных молекул, полученная для условий равновесного статистического распределения изотопов, могла бы быть основной для характеристики обогащения тем или иным изотопом любого сложного вещества.

Поступило в редакцию 26 VI 1957 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Мейэр, М. Гепперт-Мейэр. Статистическая механика. Изд. ИЛ, 1952.
2. А. Хальд. Математическая статистика с техническим приложением. Изд. ИЛ, 1956.
3. Г. Сиборг, И. Перлман, Дж. Холлендер. Таблица изотопов. Изд. ИЛ, 1956.

## Применение радиоактивных индикаторов к решению проблемы внутренней адсорбции в твердых телах

*В. И. Архаров, С. М. Клоцман, А. Н. Тимсфеев*

Одним из важнейших факторов, влияющих на физические свойства технических материалов, является внутренняя адсорбция некоторых примесей на различных структурных неоднородностях [1] — [3]. Избыточная энергия последних (по сравнению с областями неискаженной кристаллической решетки) частично снижается при возникновении в них неравномерности концентрации некоторых растворенных примесей. Наиболее сильно этот эффект проявляется при достаточно большом различии ориентации кристаллитов, примыкающих друг к другу на межкуристаллитных сочленениях (границах). Обогащение межкуристаллитных переходных зон растворенными адсорбционно-активными (гирофильными) примесями имеет важные последствия особенно в тех случаях, когда из-за недостаточной медленности температурных изменений концентрация гирофильной примеси в зонах адсорбции не успевает следовать за этими изменениями и в зонах адсорбции создается местное пересыщение твердого раствора. Происходящий вследствие этого местный распад приводит к тому, что поликристаллический сплав оказывается пронизанным очень тонкими прослойками, залегающими вдоль границ зерен и обладающими резко измененными свойствами. По-видимому, этим объясняются многие случаи возникновения межкуристаллитной хрупкости сплавов [4] — [6].

Для практики важно детально исследовать явления внутренней адсорбции. Однако зоны измененной концентрации очень тонки (по косвенным оценкам максимальная толщина несколько сотен ангстрем) и исследовать их чрезвычайно трудно.

Естественно применять для решения этой проблемы методы меченых атомов. Однако прямое обнаружение эффекта межкуристаллитной внутренней адсорбции при очень малых толщинах обогащенных прослоек методом автордиографии оказывается не столь простым.

Как показывают качественные соображения и специальные расчеты [7], для его обнаружения требуются определенные соотношения между повышением концентрации активного компонента в адсорбционных зонах и рассеянием его излучения, зависящим от энергии последнего и свойств основных компонентов сплава. При неблагоприятных соотношениях эффект «размоется» и не будет заметен. Так, в наиболее благоприятном случае при адсорбции  $\text{Po}^{210}$  (излучатель  $\alpha$ -частиц с энергией около 5 Мэв) в сплаве на основе свинца максимальная ширина области почернения составляет 43 мк [8].

Поэтому первые работы, проведенные в нашей лаборатории, имели целью не непосредственное выявление адсорбционной неравномерности распределения «меченых» примесей в поликристаллических сплавах, а исследование внутренней адсорбции по вторичному эффекту — по ее влиянию на степень резкости межкуристаллитной диффузии компонента-индикатора в сплав. При проведении подобных работ обычным металлографическим методом было замечено, например, что диффузия серебра в медь с малыми примесями сурьмы дает неравномерный фронт с выступами, далеко заходящими вглубь меди вдоль межкуристаллитных границ [9] — [12]. Поскольку при этом было установлено, что в твердом растворе медь — сурьма с большими концентрациями сурьмы объемная диффузия серебра существенно ускорена по сравнению с диффузией серебра в чистую медь, то предполагалось, что металлографическая картина фронта диффузии серебра в сплав меди с малыми примесями сурьмы обусловлена межкуристаллитной адсорбцией сурьмы.

Проведенное автордиографическое исследование [13] подтвердило полученные ранее металлографические результаты: при наличии в меди малой примеси сурьмы диффузия серебра извне в такой сплав дает фронт, заходящий вглубь меди вдоль границ зерен клиньями, гораздо резче выраженными, чем при диффузии серебра в чистую медь.

Следует, однако, учесть, что автордиографическая картина диффузии (как и металлографическая) не передает в чистом виде эффекта влияния межкуристаллитных сочленений (переходных зон), так как она осложнена эффектом «боковой» диффузии в толщу зерна нормально к межкуристаллитным границам, что дает уширение клиновидных выступов фронта. Если диффузия вдоль собственно межкуристаллитных границ идет с определенным опережением фронта объемной диффузии (т. е. диффузии через толщу каждого зерна), то выявляемые автордиографически или металлографически клинья образуются за счет как истинной межкуристаллитной диффузии, так и боковой диффузии, являющейся по существу объемной, как и для основных участков фронта, проходящих через толщу зерен. При этом первая из указанных двух слагающих, связанная с узкой граничной зоной, недоступной прямому наблюдению автордиографическим или металлографическим методами, не выявляется раздельно от второй.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Возможность автордиографического обнаружения выступов диффузионного фронта зависит от соотношения коэффициентов объемной и межкуристаллитной диффузии.

Более детальное исследование влияния внутренней адсорбции на межкуристаллитную диффузию возможно на основе расчета модели, предложенной Фишером [14]. Основная величина, которую необходимо получить из эксперимента, — общее количество диффундирующего компонента с радиоактивным индикатором, проникшего за данное время диффузии на глубину  $y$  от поверхности образца. Эта величина пропорциональна удельной активности  $i$ , измеряемой на разных глубинах путем послойного сошлифовывания образца.

В случае преобладания межкуристаллитной диффузии по сравнению с объемной  $\ln i$  линейно зависит от  $y$ , причем наклон прямой  $\ln i = ky$  дает величину  $D_{об}^{1/2}/\delta D_{гр}$ , где  $D_{об}$  — коэффициент объемной диффузии,  $D_{гр}$  — то же для межкуристаллитной диффузии,  $\delta$  — эффективная толщина межкуристаллитной переходной зоны между двумя соседними кристаллитами.

Радиометрические исследования [15], [16] показали, что при диффузии  $Ag^{110}$  в чистую медь или в медь, содержащую малую примесь сурьмы или бериллия, выполняется линейная зависимость между  $\ln i$  и  $y$ . Контрольные опыты с монокристаллами меди и сплава меди с 0,4% сурьмы показали, что коэффициент объемной диффузии в этих случаях различается мало (ввиду малой концентрации сурьмы). Отсюда следует, что примесь сурьмы или бериллия существенно изменяет диффузионную проницаемость межкуристаллитных зон ( $\delta D_{гр}$ ), что свидетельствует о наличии эффекта внутренней адсорбции примеси. При этом выяснилось важное обстоятельство: присадка сурьмы уменьшает величину  $\delta D_{гр}$  в меди. На первый взгляд такой результат находится в противоречии с металлографическими и автордиографическими данными. Однако надо помнить о сложном происхождении металлографической и автордиографической картин фронта диффузии, из-за которого усложняется наблюдение истинное проникновение диффундирующего элемента вдоль собственно межкуристаллитной зоны (вследствие крайне малого значения  $\delta$ ).

По металлографическим данным большие концентрации бериллия замедляют объемную диффузию серебра в медь. По радиометрическим данным примесь 0,1% бериллия существенно изменяет  $\delta D_{гр}$  в меди, что указывает на его внутреннюю адсорбцию в межкуристаллитных сочленениях меди. При этом межкуристаллитная диффузия серебра ускоряется.

Следует заметить, что модель, положенная в основу метода Фишера, хотя и дает большее приближение для раздельной оценки диффузии в межкуристаллитной зоне и в толще зерна (в правильной решетке), но она очень упрощенно представляет эту зону в виде слоя определенной толщины, резко отделенного от толщ зерна и дискретно отличающегося от нее по величине  $D$ . В действительности же эта зона непрерывно сливается с толщей обоих зерен и в ней имеется плавный поперечный градиент искажений и соответственно этому градиенты величины  $D$  и концентрации адсорбированной примеси. Поэтому скорость диффузии в межкуристаллитной зоне

под влиянием адсорбции примеси может измениться сложным образом: в средней, наиболее искаженной части зоны иначе, чем в частях, расположенных ближе к неискаженной решетке каждого из сочленяемых кристаллитов, т. е. в разной степени по поперечному сечению межкуристаллитной зоны. Результат, определяемый радиометрически, дает оценку диффузии, усредненную по всему поперечному сечению межкуристаллитного сочленения. Но этот результат все же дает более детализированную оценку эффекта, нежели полученный металлографическим или автордиографическим методами.

В работе [16] было установлено также, что изменение  $\delta D_{гр}$  в сплаве  $Cu+0,1\% Bi$  зависит от температуры предварительной выдержки. Это свидетельствует о том, что эффект внутренней адсорбции бериллия в меди зависит от температуры. Рассматривая эти результаты как предварительные, можно заключить, что метод радиоактивных индикаторов позволяет уточнить наши представления о механизме межкуристаллитной диффузии.

Поступило в редакцию 9 I 1958 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Архаров. Труды ИФМ УФАИ СССР, вып. 8, 54 (1946).
2. В. И. Архаров. Труды ИФМ УФАИ СССР, вып. 14, 16 (1954).
3. В. И. Архаров. Труды ИФМ УФАИ СССР, вып. 20 (1958).
4. В. И. Архаров. ДАН СССР 50, 293 (1945).
5. В. И. Архаров, Т. Ю. Гольдштейн. Труды ИФМ УФАИ СССР, вып. 11, 114 (1950).
6. В. И. Архаров, С. И. Ивановская, Н. М. Колесникова, Т. А. Фофанова. ФММ 2, 57 (1956).
7. В. И. Архаров, В. С. Галишев, С. М. Клоцман, А. Н. Тимофеев. Исследования по жаропрочным сплавам, том III. Изд. АН СССР, 1958.
8. R. G. Ward. Acta Metal. 5, 681 (1957).
9. В. И. Архаров, Т. Ю. Гольдштейн. ДАН СССР 66, 1113 (1949).
10. В. И. Архаров, Т. Ю. Гольдштейн. Труды ИФМ УФАИ СССР, вып. 11, 81 (1950).
11. В. И. Архаров, С. И. Ивановская, Н. Н. Скорняков. Труды ИФМ УФАИ СССР, вып. 16, 69 (1955).
12. В. И. Архаров, А. А. Пенятина. Физика металлов и металловедение. Свердловск, 1958 5, № 1 (1957).
13. В. И. Архаров, С. М. Клоцман, А. Н. Тимофеев. Физика металлов и металловедение. Свердловск, 1958 5, № 2 (1957).
14. J. C. Fisher. J. Appl. Phys. 22, 74 (1951).
15. В. И. Архаров, С. М. Клоцман, А. Н. Тимофеев, И. И. Русаков. Исследования по жаропрочным сплавам, том III. Изд. АН СССР, 1958.
16. В. И. Архаров, С. М. Клоцман, А. Н. Тимофеев. Физика металлов и металловедение. Свердловск, 1958 (в печати).



ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

## Зарядное устройство с атомной батареей

Г. Д. Горловой, Е. Г. Кардаш

Одним из наиболее удобных индивидуальных дозиметров, применяемых при работе с радиоактивными веществами, является карманный прямопоказывающий дозиметр ДК-0,2. Дозиметры этого типа заряжаются от зарядного устройства с батарейным питанием.

Существенным недостатком этого прибора является необходимость частой смены батарей. В Центральной научно-исследовательской лаборатории Госгортехнадзора СССР разработано зарядное устройство для дозиметров указанного типа, в котором в качестве источника напряжения применяется атомная батарея, или, точнее, атомный элемент.

Принципиальная схема зарядного устройства представлена на рис. 1. Атомный элемент 2 присоединен к зарядному гнезду 1. Корпус зарядного гнезда соединен с отрицательным электродом элемента

обычного зарядного устройства. Зарядное устройство обеспечивает зарядку практически любого количества дозиметров с интервалом не более 1 мин.

Для наблюдения за положением нити при зарядке и при определении полученной дозы прибор на-

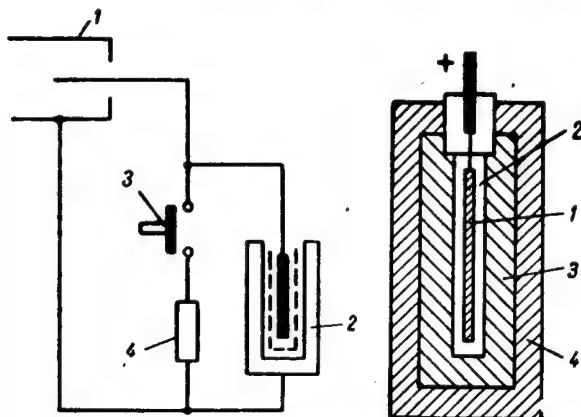


Рис. 1. Принципиальная схема зарядного устройства.

1—зарядное гнездо, 2—атомный элемент, 3—кнопка разряда, 4—сопротивление разряда.

Рис. 2. Схема устройства атомного элемента.

1—плоский излучатель  $\beta$ -частиц, 2—изолятор, 3—коллектор, 4—свинцовая оболочка.

и корпусом зарядного устройства. Для зарядки дозиметр вставляется в гнездо 1. Емкость элемента больше емкости зарядного гнезда и дозиметра. Так как напряжение на электродах элемента несколько больше, чем необходимо для зарядки дозиметра ДК-0,2, нить дозиметра в первый момент уходит влево за шкалу. Для установки нити на нуль нажимают кнопку 3, в результате чего заряд стекает через сопротивление 4 и нить медленно перемещается вправо. При прохождении нити через нулевое деление кнопку отпускают, а дозиметр вынимают из гнезда. При таком способе для зарядки дозиметра требуется менее 15 сек. Если атомный элемент разряжен, то время зарядки дозиметра зависит от емкости элемента. На полное перемещение нити по шкале в этом случае требуется около 30 сек., т. е. примерно столько же, сколько и при применении

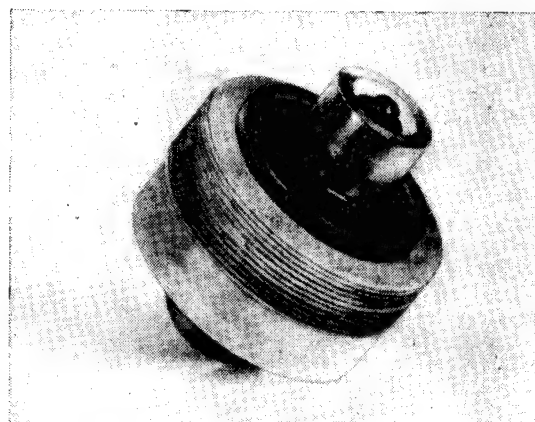


Рис. 3. Внешний вид атомного элемента.

правляется окошком на свет, что позволяет полностью отказаться от обычных батарей.

Схема устройства атомного элемента, разработанного нами для зарядного устройства, показана на рис. 2.

В качестве излучателя  $\beta$ -частиц 1 в первых образцах нами использовались  $\text{Sr}^{90}$  и  $\text{Tl}^{204}$ , хотя вообще может быть применен любой  $\beta$ -активный долгоживущий изотоп. Более предпочтителен радиоактивный препарат, состоящий из элементов с малым атомным номером и излучающий  $\beta$ -частицы малых энергий, так как желательно, чтобы энергия и интенсивность тормозного излучения были минимальными. Из этих соображений предпочтительны изотопы  $\text{Pm}^{147}$ ,  $\text{H}^3$ ,  $\text{Er}^{184}$ , с которыми в настоящее время ведутся исследования. Толщина  $\beta$ -излучателя берется такой, при которой самопоглощение будет минимальным.

Изолятором 2 между излучателем и коллектором служит полиэтиленовая пленка толщиной 15 мк с высоким электросопротивлением. В качестве коллектора 3, в котором происходит торможение  $\beta$ -частиц, использован магний, как один из наиболее легких металлов. Толщина коллектора берется приблизительно равной максимальному пробегу  $\beta$ -частиц в нем; например, в случае применения  $\text{Sr}^{90}$  толщина магниевого коллектора составляет 4 мм.

С целью уменьшения интенсивности рентгеновского излучения, возникающего при торможении  $\beta$ -частиц в коллекторе, элемент заключают в свинцовую оболочку 4 толщиной 3 мм. Как показали измерения, слой свинца такой толщины ослабляет

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

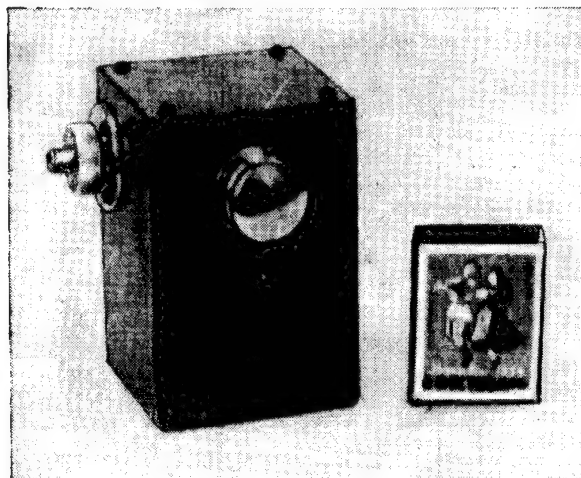


Рис. 4. Внешний вид зарядного устройства.

тормозное излучение примерно в 500 раз. Интенсивность тормозного излучения на поверхности зарядного устройства с элементом без свинцовой оболочки составляет менее 2  $\mu\text{кр/сек}$ . Чтобы исключить возможность рассыпания радиоактивного вещества, свинцовая оболочка выполнена герметичной. Сила тока атомного элемента с излучателем ( $\text{Sr}^{90}$ ) активностью 10  $\mu\text{кюри}$  составляет, согласно измерениям,  $\sim 10^{-10} \text{ а}$  при напряжении 300  $\text{в}$ ; емкость элемента  $\sim 100 \text{ нф}$ .

Внешний вид атомного элемента и зарядного устройства показаны соответственно на рис. 3 и 4.

Разработанное зарядное устройство имеет значительно меньшие размеры, чем обычное зарядное устройство, — это по существу карманный прибор. Зарядное устройство удобно в обращении, не имеет частей, которые могут выйти из строя (лампочки, батареи), обладает большим сроком службы: два—три периода полураспада применяемого изотопа. Преимущества зарядного устройства с атомным элементом наиболее существенно сказываются при работе в полевых условиях.

Поступило в редакцию 25 XII 1957 г.

## Вольтамперные характеристики борных ионизационных камер

А. Б. Дмитриев

Вольтамперные характеристики измерялись на камерах типов КНТ-49, КНТ-50 и КНТ-52 при их облучении медленными нейтронами в канале физического реактора.

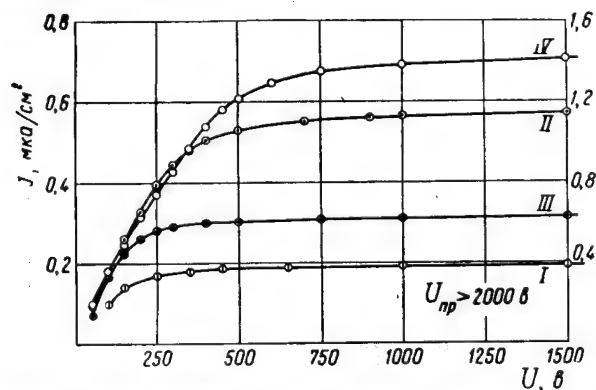


Рис. 1. Вольтамперные характеристики камеры КНТ-49.

Рабочий газ—воздух при давлении 600 мм рт. ст. (кривые I и II) и 400 мм рт. ст. (кривые III и IV). Значения плотности тока для кривых I, II и III указаны на левой шкале, для кривой IV—на правой шкале.

Электродная система камеры КНТ-49 состоит из двух коаксиальных цилиндров диаметрами 30 и 40 мм. Центральный электрод покрыт карбидом бора. Камера соединялась при помощи дюралевой трубки длиной 3,5 м с вакуумной системой, позволяющей производить откачку камеры до давления  $10^{-2}$  мм рт. ст. и ее наполнение различными газами.

Интенсивность нейтронного потока менялась ступенчатым изменением мощности реактора.

Электродная система камеры КНТ-50 представляет собой три коаксиальных цилиндра диаметрами 12, 24 и 36 мм. Два крайних цилиндра образуют высоковольтный электрод, средний — собирающий. Наружные поверхности цилиндров диаметрами 12 и 24 мм покрыты карбидом бора.

Электродная система камеры КНТ-52 — набор пластин диаметром 43 мм, соединенных через одну и покрытых карбидом бора.

В опытах с камерами КНТ-50 и КНТ-52 интенсивность излучения менялась путем перемещения камер вдоль канала при постоянной мощности реактора.

Вольтамперные характеристики камер приведены на рис. 1—3. По оси ординат отложена величина ионизационного тока, отнесенного к площади собирающего электрода;  $U_{пр}$  — напряжение пробоя межэлектродного промежутка.

При сравнении электродных систем наиболее интересной величиной является максимальный ток насыщения при напряжении 500  $\text{в}$  (эксплуатационное напряжение этих камер). Эта величина рассчитывалась по соотношению  $U_n \approx \sqrt{i_n}$ . Сравнительные характеристики камер приведены в таблице на стр. 384.

Как видно из таблицы, у камер КНТ-52, имеющих малое межэлектродное расстояние и наполненных до большого давления, значение  $i_{набл}$  существенно больше, чем у других. При наполнении камеры неона насыщение достигается при меньших напряжениях, что связано с большей подвижностью ионов  $\text{Ne}^+$  ( $4,4 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$ ) по сравнению с подвижностью ионов  $\text{Ar}^+$  ( $1,6 \text{ см}^2/\text{в} \cdot \text{сек}$ ). Из-за малого напряжения



## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Таблица

Сравнительные характеристики борных ионизационных камер

Тип камеры	$d$ мм	Рабочий газ	Давление $p$	$U_H$ в	$i_H$ мкА/см <sup>2</sup>	$i_{H500}$ мкА/см <sup>2</sup>
КНТ-49	5	Воздух	660 мм рт. ст.	1000	0,20	0,05
			410 мм рт. ст.	1000	0,30	0,07
		Неон	3 ат	400	0,20	0,31
			3 ат	300	0,10	0,28
		Аргон	2 ат	750	0,16	0,07
			600 мм рт. ст.	500	0,15	0,15
			320 мм рт. ст.	250	0,06	0,28
			320 мм рт. ст.	300	0,11	0,30
КНТ-50	6	Аргон	600 мм рт. ст.	350	0,16	0,33
КНТ-52 (1-й образец)	1,6	Аргон	6 ат	300	0,46	1,3
				450	0,92	1,2
				550	1,6	1,3
КНТ-52 (2-й образец)	1,6	Аргон	6 ат	800	5,4	2,1
				300	0,76	2,2

Примечания:  $U_H$ —опытное значение напряжения насыщения,  $i_H$ —опытное значение плотности тока насыщения,  $i_{H500}$ —значение плотности тока насыщения при напряжении 500 в,  $d$ —межэлектродный зазор,  $p$ —давление рабочего газа.

Для наполнения камер использовались неон и аргон высокой чистоты (с содержанием примесей менее 0,001%).

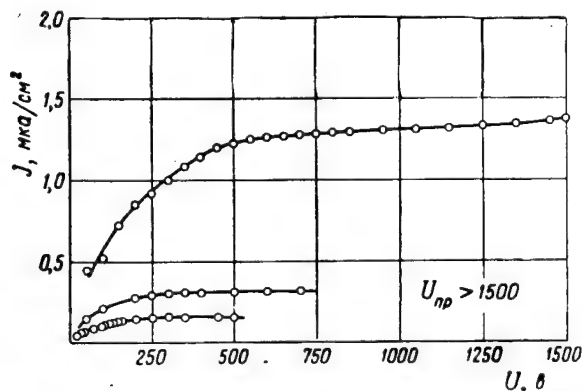


Рис. 2. Вольтамперные характеристики камеры КНТ-50.

Рабочий газ—аргон при давлении 600 мм рт. ст.

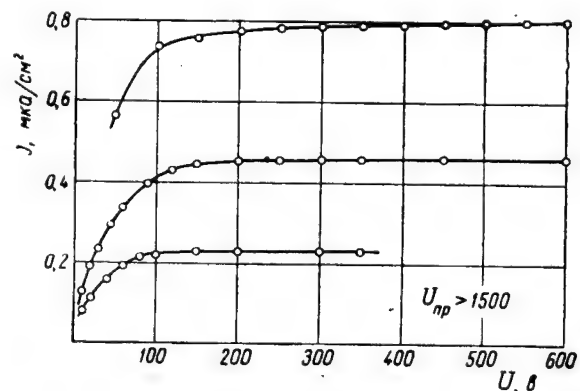


Рис. 3. Вольтамперные характеристики камеры КНТ-52 (1-й образец).

Рабочий газ—аргон при давлении 6 ат.

пробоя газоразрядного промежутка возможность применения неона ограничена.

Меньшее значение  $i_{H500}$  в камере КНТ-49, наполненной аргонном до 600 мм рт. ст., по сравнению с камерой КНТ-50 объясняется загрязнением аргона при наполнении. Камера КНТ-49 откачивалась до давления  $1 \cdot 10^{-3}$  мм рт. ст. перед наполнением,

а камеры КНТ-50 и КНТ-52— до давления  $1 \cdot 10^{-5} \div 1 \cdot 10^{-6}$  мм рт. ст. при длительном прогреве.

В заключение автор выражает благодарность Л. Г. Космарской, М. Г. Воробьеву и сотрудникам службы эксплуатации реактора за помощь в подготовке опытов.

Поступило в редакцию 21 V 1957 г.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

## ЛИТЕРАТУРА

1. К. К. Аглинцев. ЖТФ XVI, 10, 1121 (1946).
2. A. C. Lapsey. Rev. Sci. Instr. 24, 8, 602 (1953).

3. J. W. Boag, T. Wilson. Brit. J. Appl. Phys. 3, 7, 222 (1952).
4. А. Энгель, М. Штенбек. Физика и техника электрического разряда в газах. ОНТИ, 1936, т. 1, стр. 320.

## Замечания о двухкомпонентной теории нейтрино Ли и Янга

А. А. Соколов

При построении новой теории нейтрино Ли и Янг воспользовались двухкомпонентной теорией [1] (см. также работы Ландау [2] и Салама [3]). Как было показано нами [4], новую теорию нейтрино ( $k_0=0$ ) можно также построить, используя уравнение Дирака с ориентированным спином [5]. В настоящей работе сравниваются результаты, полученные по обеим теориям.

В теории дираковских частиц с ориентированным спином волновая функция  $\psi$  наряду с уравнением Дирака

$$\left(-\frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial t} - c \frac{\hbar}{i} (\boldsymbol{\alpha} \nabla) - \rho_3 k_0 \hbar c\right) \psi = 0 \quad (1)$$

подчиняется дополнительному уравнению

$$\left(s - \frac{(\boldsymbol{\sigma} \nabla)}{i \sqrt{-\nabla^2}}\right) \psi = 0, \quad (2)$$

где величина  $s = \pm 1$  характеризует удвоенную проекцию спина на направление движения.

В этом случае при вычислении матричных элементов спинорных функций следует использовать не формулу Казимира, в которой производится разделение состояний лишь по знаку энергии ( $\epsilon = \pm 1$ ) и усреднение по спиновым состояниям, а формулой, в которой производится явное разделение состояний и по знаку энергии ( $\epsilon = \pm 1$ ) и по знаку проекции спина ( $s = \pm 1$ ). Как было указано в работе [4], эта формула, отнесенная к частицам с разными массами ( $k_0 \neq k'_0$ ), принимает вид:

$$\begin{aligned} \langle \gamma', \gamma \rangle = & \frac{1}{16} \text{след } \gamma' \left( 1 + \rho_1 \epsilon' s' \frac{k'}{K'} + \rho_3 \epsilon' \frac{k'_0}{K'} \right) \times \\ & \times \left( 1 + s' \frac{(\boldsymbol{\sigma} k')}{(k')} \right) \gamma \left( 1 + \rho_1 \epsilon s \frac{k}{K} + \rho_3 \epsilon \frac{k_0}{K} \right) \times \\ & \times \left( 1 + s \frac{(\boldsymbol{\sigma} k)}{k} \right), \end{aligned} \quad (3)$$

где величина  $\epsilon \hbar K = \epsilon \hbar \sqrt{k^2 + k_0^2}$  характеризует энергию частицы, а  $\epsilon = \pm 1$  — ее знак. Как было показано в работе [5], импульс частицы  $\epsilon \hbar k$  зависит от значений величины  $\epsilon$ , поэтому в теории дираковских частиц с ориентированным спином мы выберем для нейтрино  $\epsilon s = 1$  и для антинейтрино  $\epsilon s = -1$  (\*). В дальнейшем величины без штри-

хов мы будем относить к нейтрино. Для того чтобы из формулы (3) получить формулу Казимира, мы должны произвести суммирование по спиновым состояниям  $s$  и  $s'$ .

Матрицы  $\gamma'$  и  $\gamma$ , определяющие характер взаимодействия, удобно представить в форме (21.13) работы [5] (в дальнейшем мы используем обозначения этой работы).

Как видно из формулы (21.17) работы [5], в нерелятивистском случае при скалярном ( $\gamma^S = \rho_3$ ), тензорном ( $\gamma^T = \rho_3 \boldsymbol{\sigma}$ ), векторном ( $\gamma^V = I$ ) и псевдовекторном ( $\gamma^A = \boldsymbol{\sigma}$ ) взаимодействиях коэффициенты, характеризующие поляризационные свойства электрона при  $\beta$ -распаде, будут пропорциональны соответственно величинам ( $\epsilon' = 1$ ):

$$\left. \begin{matrix} R_{s's'}^S, T \\ R_{s's'}^V, A \end{matrix} \right\} = \left. \begin{matrix} \rho_{33} \\ \rho_{44} \end{matrix} \right\} = 1 \mp \epsilon s \epsilon' s' \frac{v}{c} \quad (4)$$

(штрихами отмечены величины, относящиеся к электрону; масса нейтрино  $k_0$  ( $\hbar/c$ ) принята равной нулю;  $\frac{k'}{K'} = \frac{v}{c}$ ). Отсюда для продольной поляризации находим выражение

$$p^S, T = -p^V, A = \frac{R_1 - R_{-1}}{R_1 + R_{-1}} = -\epsilon s \frac{v}{c}. \quad (5)$$

Поскольку согласно экспериментальным данным [6]

$R = -\frac{v}{c}$ , мы заключаем, что по нашей теории в случае  $S, T$ -взаимодействия вместе с электроном должно вылетать нейтрино ( $\epsilon s = 1$ ), а в случае  $V, A$ -взаимодействия — антинейтрино ( $\epsilon s = -1$ ).

Из теории же Ли и Янга (см. формулу (13) работы [1]), наоборот,  $S, T$ -взаимодействие связывается в данном примере с антинейтрино, а  $V, A$ -взаимодействие — с нейтрино.

Далее, для описания полярной асимметрии вылетевших электронов при спонтанном распаде нейтрона с помощью формул (21.17) и (21.18) работы [5] можно получить в случае чистого взаимодействия следующее выражение:

$$R = 1 + \epsilon s a \frac{v}{c} \cos \theta,$$

где  $\theta$  — угол между направлением спина нейтрона и импульса электрона. В последней формуле надо принять

$$a^S = a^V = 0, \quad a^A = -a^T = \frac{2}{3}.$$

\*) Если масса частицы равна нулю ( $k_0=0$ ), то величина матричного элемента (3) будет зависеть лишь от произведения  $\epsilon s$ . Результаты Ли и Янга могут быть получены из (3), если предположить, что при любом  $\epsilon = \pm 1$  для нейтрино  $s=1$  (правый винт), для антинейтрино  $s=-1$  (левый винт).

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Опытные же данные [7] дают для искомого коэффициента значение  $\varepsilon s a = -0,37$ . Поэтому в случае, когда с электроном вылетает антинейтрино ( $\varepsilon s = -1$ ), лучше всего взять находящуюся в согласии с результатами экспериментов по поляризации [6] комбинацию  $V$ - и  $A$ -взаимодействий, а если нейтрино, то комбинацию  $S$ - и  $T$ -взаимодействий.

Наконец, при распаде покоящегося бесспиного  $\pi$ -мезона на  $\mu$ -мезон и нейтрино (или антинейтрино) взаимодействие должно быть псевдоскалярным ( $\gamma^P = \rho_2$ ), и поэтому соответствующая спиновая часть матричного элемента будет пропорциональна выражению

$$R = \rho_{22} \tau_{44} = \left(1 - \varepsilon \varepsilon' s' \frac{k'}{K'}\right) \left(1 + s s' \frac{(k k')}{k k'}\right), \quad (6)$$

причем  $k_0 = 0$ , а величины со штрихами относятся к  $\mu$ -мезону. Принимая во внимание закон сохранения импульса ( $\varepsilon k = -\varepsilon' k'$ ), найдем, что

$$R = \left(1 - \varepsilon \varepsilon' s' \frac{k'}{K'}\right) (1 - \varepsilon \varepsilon' s' s'),$$

т. е. если спин одной частицы направлен по ее импульсу ( $\varepsilon' s' = 1$ ), то спин и импульс другой частицы будут иметь противоположные направления ( $\varepsilon' s' = -1$ ).

Таким образом, если при распаде заряженного  $\pi$ -мезона образуется  $\mu$ -мезон со спином, параллельным импульсу ( $\varepsilon s = 1$ ), то вместе с ним по нашей теории должно вылететь антинейтрино ( $\varepsilon s = -1$ ).

Интересно отметить, что если в одной системе координат удвоенная проекция спина нейтрино на направление движения равна единице ( $s = 1$ ), то в любой другой системе координат (включая лоренцово преобразование, которое может изменить

направление движения) величина  $s$  для свободной частицы также будет равняться единице. Поэтому для нейтрино ( $k_0 = 0$ ) можно считать эту проекцию заданной в любой системе координат.

Если для антинейтрона эксперимент покажет обратную картину нарушения симметрии, то мы будем иметь все основания считать, что асимметрия нашего мира в целом обязана подавляющему превосходству числа нуклонов над антинуклонами.

Поступило в редакцию 16 I 1958 г.

## ЛИТЕРАТУРА\*)

1. T. D. Lee, C. N. Yang. Phys. Rev. 105, 1671 (1957).
2. Л. Д. Ландау, ЖЭТФ 32, 405 (1957).
3. A. Salam. Nuovo cimento 5, 299 (1957).
4. А. А. Соколов, ЖЭТФ 33, 794 (1957).
5. А. А. Соколов, Д. Д. Иваненко. Квантовая теория поля. Гостехиздат М.-Л., 1952, § 21, 23; A. Sokolow. Quantenelectrodynamik. Akademie-Verlag, Berlin, 1957.
6. H. Frauenfelder, R. Bobone, E. Von Goeler, N. Levine, H. R. Lewis, R. N. Peacock, A. Rossi, G. DePasquali. Phys. Rev. 106, 386 (1957).
7. M. T. Burgy, R. J. Epstein, V. E. Krohn, T. B. Novey, S. Raboy, G. R. Ringo, V. L. Telegdi. Phys. Rev. 107, 1731 (1957).

\*) Переводы статей [1], [3], [6] помещены в сб. «Новые свойства симметрии элементарных частиц». Изд. ИЛ, 1957 г.

# НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

## Пуск атомной электростанции в Шиппингпорте

В Шиппингпорте (штат Пенсильвания, США) 22 декабря 1957 г. введена в действие атомная электростанция, в которой используется реактор с водой под давлением (PWR). Первоначально планировалось закончить строительство в июле 1957 г. Это третий действующий энергетический реактор из пяти, предусмотренных пятилетней программой Комиссии по атомной энергии США.

Сейчас во всем мире пять ядерных реакторов вырабатывают электроэнергию: реактор первой атомной электростанции (СССР, 1954 г.), реактор станции в Колдер-Холле (Англия, 1956 г.), экспериментальный реактор с кипящей водой Аргонской национальной лаборатории (США, февраль 1957 г.), экспериментальный натрий-графитовый реактор в Лос-Аламосе (США, апрель 1957 г.) и, наконец, реактор в Шиппингпорте.

Стоимость Шиппингпортской станции составляет по разным оценкам от 70 до 110 млн. долларов [1], [2], что значительно превышает первоначально запланированную сумму (48 млн. долларов).

Источником тепла атомной электростанции служит реактор, активная зона которого имеет форму правильного цилиндра [3]—[7] и состоит из двух частей: зоны с обогащенным ураном, изготовленным в виде пластин, покрытых слоем циркалоя-2, а также зоны воспроизводства, тепловыделяющие элементы которой выполнены в виде циркаллоевых трубок (диаметр 10,5 мм, толщина стенки 0,7 мм), содержащих двуокись естественного урана. Каждая тепловыделяющая сборка составлена из 100 трубок. Пластины с обогащенным ураном также объединяются в сборки. В начале кампании реактора в зоне с обогащенным ураном генерируется около 40% тепла, по мере накопления плутония доля тепла, вырабатываемого в зоне воспроизводства, будет увеличиваться. Для максимального использования горючего зоны воспроизводства предусматривается, что зона с обогащенным ураном будет перегружаться в 2 раза чаще, чем зона воспроизводства.

Проблема управления реактором существенно упрощается благодаря отрицательному температур-

ному коэффициенту, равному  $-3,6 \cdot 10^{-4} / ^\circ \text{C}$ . Для уменьшения количества стержней регулирования в пластины с обогащенным ураном добавлен выгорающий поглотитель (бор), отравляющее действие которого постепенно уменьшается в результате захвата нейтронов во время работы реактора. Регулирующие стержни изготовлены из кристаллического гафния.

Теплоносителем и замедлителем в установке служит обычная вода высокой чистоты под давлением 140 атм. Она поступает в реактор через днище корпуса; 90% воды течет вверх между тепловыделяющими пластинами и стержнями, а остальная часть охлаждает стенки корпуса реактора и тепловую защиту. Тепло, полученное водой в активной зоне реактора, передается в теплообменниках воде второго контура, в результате чего образуется влажный пар, направляемый в сепаратор. Сухой насыщенный пар из сепаратора подается в турбину. Постоянно действуют три циркуляционных петли, четвертая находится в резерве.

Активная зона заключена в стальной цилиндрический корпус с полусферическим днищем и с верхней съемной полусферической крышкой. Корпус реактора, в свою очередь, размещен в сферической стальной оболочке (диаметр 11,6 м), снабженной в верхней части цилиндрическим куполом (высота 5,5 м), в котором расположены приводные механизмы регулирующих стержней. Две другие цилиндрические стальные оболочки (диаметр 15 м, длина 30 м), расположенные по бокам от первой, используются для размещения в них циркуляционных петель по две в каждой. В четвертой оболочке (диаметр 15 м, длина 45 м), находится вспомогательное оборудование. Все четыре оболочки в основном находятся ниже уровня земли и окружены бетоном. Такое расположение оборудования позволит предотвратить распространение радиоактивных продуктов деления даже при двойной аварии реактора (разрыв первичной системы охлаждения и последующее расплавление активной части зоны с выделением продуктов деления).

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

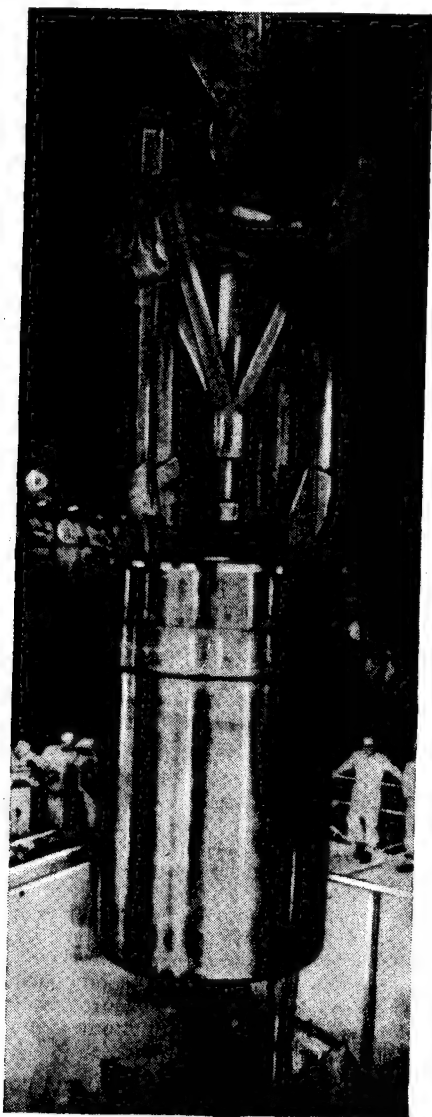


Рис. 1. Установка активной зоны в корпус реактора.



Рис. 2. Вид сверху на активную зону реактора.

вышает численность обслуживающего персонала на обычной электростанции равной мощности.

Физический пуск реактора, состоявшийся 2 декабря 1957 г., был приурочен к 15-й годовщине осуществления первой в мире цепной ядерной реакции.

Во время пусковых испытаний мощность реактора составляла 25 *квт* (по теплу) [8]. В это время были проведены многочисленные эксперименты по окончательному определению ядерно-физических характеристик активной зоны и согласована работа отдельных частей системы.

На рис. 1 показан момент установки 58-тонной активной зоны в 10-метровый корпус реактора; на рис. 2 — монтаж верхней решетки, в отверстия которой устанавливаются тепловыделяющие элементы и регулирующие стержни из гафния.

22 декабря Шиппингпортская атомная станция дала промышленный ток в энергосеть компании «Дьюкесн Лайт».

По предварительным оценкам персонал станции насчитывает 130 чел., что примерно вдвое пре-

## Основные характеристики реактора PWR

Тепловая мощность . . . . .	264 <i>Мвт</i>
Электрическая мощность . . . . .	68 <i>Мвт</i>
Собственное потребление . . . . .	8 <i>Мвт</i>
Высота активной зоны . . . . .	180 <i>см</i>
Диаметр активной зоны . . . . .	180 <i>см</i>
Загрузка обогащенного урана . . . . .	52 <i>кг</i>
Загрузка двуокиси естественного урана . . . . .	12 <i>т</i>
Количество стержней регулирования . . . . .	24

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Давление воды в активной зоне . . . . .	140 атм
Расход воды через активную зону . . . . .	2,84 м <sup>3</sup> /сек
Температура воды на входе в активную зону . . . . .	265° C
Температура воды на выходе из активной зоны . . . . .	283° C
Скорость охлаждающей воды в зоне с обогащенным ураном . . . . .	6,6 м/сек
Скорость охлаждающей воды в зоне воспроизводства . . . . .	3,3 м/сек
Давление сухого насыщенного пара на входе в паровую турбину . . . . .	42 атм
Температура сухого насыщенного пара на входе в паровую турбину . . . . .	255° C
Высота корпуса . . . . .	10 м
Внутренний диаметр корпуса . . . . .	2,7 м
Толщина корпуса . . . . .	216 мм
Толщина крышки . . . . .	250 мм
Толщина днища . . . . .	150 см

О. Щ., В. А.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Nucl. Power 3, 21, 3 (1958).
2. Nucleonics 14, 12, 27 (1957).
3. А. Радковский, С. Красик. Физические проблемы реактора с водой под давлением (PWR). Атомная энергетика (Доклады иностранных ученых на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии, Женева 1955). Госэнергоиздат, Москва, 1956, стр. 347.
4. А. Радковский, С. Красик. Кри-

5. тические опыты с реактором, охлаждаемым водой под давлением. Там же, стр. 375.
6. Дж. Симпсон, М. Шоу, Р. Дон-уорт и др. Атомная электростанция с реактором с водой под давлением. Там же, стр. 401.
7. Ch. F. Bonilla. Nuclear Engineering. McGraw-Hill Book Co., Inc. New-York, Toronto, London, 1957.
8. S. Glasstone. Principles of Nuclear Reactor Engineering. Van Nostrand Company, 1955.
9. Engineering 184, 4790, 827 (1957).

## Об атомном самолете\*)

Неограниченная дальность полета, наличие излучения и концентрация веса — главные специфические особенности самолета с атомным двигателем.

Последние два фактора вызывают значительные конструктивные трудности, но с избытком компенсируются огромным преимуществом первого. Например, атомный самолет может быть использован в качестве автоматической ретрансляционной телевизионной станции, находящейся длительное время в воздухе без обслуживающего персонала. В Англии разрабатываются планы создания атомного гидро-самолета-буксировщика [1].

По мнению группы американских специалистов, «гражданский атомный самолет может быть создан через 15—20 лет, хотя «технические перспективы создания военного атомного самолета хорошие» [2].

Наиболее сложные проблемы конструирования атомного самолета связаны с наличием излучения из реактора. Защита экипажа потребует от 0,8 до 8 кг защитных материалов на каждый кубический дециметр кабины. Можно добиться уменьшения объема кабины, однако это будет очень стеснять движение пилотов и затруднит выбрасывание из кабины при аварии. Защитное экранирование ухудшает обзор, так как рассеиваемое воздухом излучение заставляет окружать носовое отделение кабины биологической защитой. Даже окна передней центральной части фонаря должны быть сделаны из какого-либо прозрачного защитного материала

соответствующей толщины. Остаточное излучение из реактора затрудняет наземное обслуживание самолетов, особенно в том случае, когда применяется раздельная защита. Механизмы дистанционного управления могут ликвидировать опасность облучения обслуживающего персонала. Однако продолжительность работ при этом увеличивается в 5—10 раз даже при непосредственном визуальном наблюдении. В этой связи выдвигались проекты «разборного» самолета [3], реактор которого вместе с биологической защитой отделяется от самолета на аэродроме, что создает условия для обслуживания остального оборудования самолета, тем не менее при этом нужно учитывать наведенную радиоактивность. Необходимо также принять меры предосторожности в связи с влиянием радиационных нарушений на конструкционные материалы. Возможно, что окружающий самолет воздух, ионизированный в результате излучения, может ослабить распространение радиоволн [4]. Однако уровень ионизации, влияющий на прохождение радиоволн, неизвестен. Сейчас в США изучают поведение различного электронного оборудования в условиях высоких температур и интенсивного облучения [5].

Большая концентрация веса связана с необходимостью установки на самолете тяжеловесной биологической защиты. На рис. 1 изображена зависимость веса авиационного реактора от его тепловой мощности; график получен в предположении, что защита изготовлена из идеальных материалов без учета их стоимости [6]. Можно добиться значительной экономии в весе, применяя раздельную защиту; в этом случае нет необходимости окружать реактор защитой со всех сторон. Однако заранее можно

\*) См. «Атомная энергия» I, № 5, 157 (1956).



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

утверждать, что вес реактора, защитных экранов и двигателей составит более половины веса снаряженного самолета без экипажа. Из-за большого веса реактор должен находиться около центра тяжести самолета. Двигатели должны размещаться в непосредственной близости от реактора, чтобы уменьшить путь горячих газов. Сбрасываемый груз также должен быть распо-

ложенный тетрафторид урана. Высота реактора 91,5 см, диаметр 84 см; проектная мощность 1,5 мегатт, однако он работал на мощности 2,5 мегатт.

Три реактора эксплуатируются в Форт-Уэрте. Один из этих реакторов был установлен на самолете [9], но как силовая установка не использовался.

Фирма «Дженерал электрик» приняла решение о создании в Дэнвилле (Калифорния) новой лаборатории по проектированию атомных силовых установок для самолетов и управляемых снарядов [10]. Эта фирма провела наземные испытания по запуску обычного турбореактивного двигателя от реактора [11], [12].

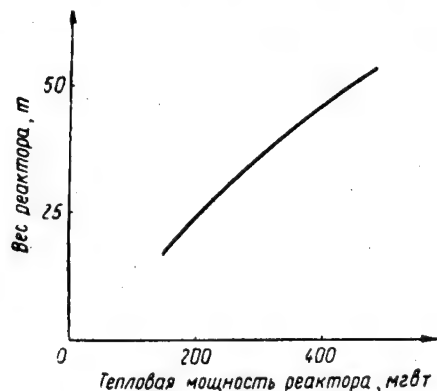


Рис. 1. Зависимость веса самолетного реактора от его мощности.

жен вблизи центра тяжести, чтобы уменьшить пределы его перемещения. В отличие от обычного самолета, имеющего малый посадочный вес при большом взлетном весе (за счет химического горючего), атомный самолет будет обладать практически постоянным весом, что потребует более прочной конструкции. У атомного самолета имеются конструктивные преимущества, заключающиеся в малом перемещении центра тяжести в полете и меньшем влиянии увеличения полезной нагрузки. Увеличение полезной нагрузки или оборудования на 1 кг увеличит конструкционный вес и вес горючего на 1,5—4 кг против 3—10 кг для обычного самолета.

Полагают, что на первых атомных самолетах будут установлены турбореактивные двигатели. Расчетный вес такого самолета при различных температурах рабочего тела и различных скоростях приведен на рис. 2 [6].

Работы по созданию атомного самолета приняли наибольший размах в США. Министерство ВВС США составило недавно новую программу разработки атомного самолета [7]. Подробности программы не опубликованы, но по некоторым сведениям первый полет на самолете предполагается совершить в середине 60-х годов.

В осуществлении программы атомного самолетостроения участвует более 15 организаций и частных фирм.

Ряд фирм совместно с Комиссией по атомной энергии и министерством ВВС США эксплуатируют и сооружают исследовательские лаборатории, оснащенные экспериментальными реакторами.

В Окридже в ноябре 1954 г. достиг критического состояния экспериментальный самолетный реактор для испытаний защиты [8]. Горючим служит обо-

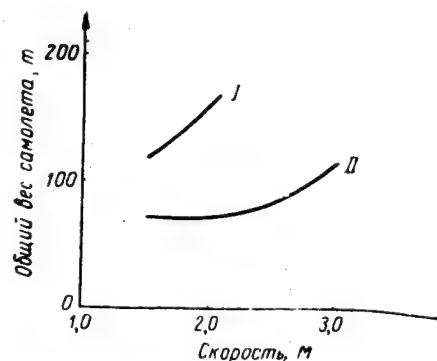


Рис. 2. Общий вес атомного самолета с турбореактивным двигателем в зависимости от его проектной скорости (в числах Маха).

I—при температуре рабочего тела (воздуха) 600°С, II—при температуре рабочего тела (воздуха) 800°С.

В Даусонвилле (Джорджия) сооружается новая экспериментальная установка, состоящая из двух реакторов мощностью 10 мегатт каждый [13], [14]. Другая установка с реактором нулевой мощности создается в Пало-Алто (Калифорния) [15]. В реакторном зале, находящемся на глубине 5,5 м под землей, будут исследоваться различные варианты конструкции активной зоны и отражателя. В одном случае активная зона будет выполнена из урановой фольги (с 85%-ным обогащением), вставленной между двумя слоями металлического бериллия, и будет разделена на два цилиндра переменной высоты. От расстояния между этими цилиндрами будет зависеть реактивность системы. Стержни регулирования располагаются по оси цилиндра.

К середине 1958 г. на авиабазе в Райт-Паттерсон должно быть закончено строительство крупной ядерной установки стоимостью в 12 млн. долларов, предназначенной для проведения инженерных испытаний в области атомного самолетостроения [16]. Установка имеет реактор мощностью 10 мегатт для испытаний оборудования атомного самолета. Он будет оборудован камерами, воспроизводящими условия полета на большой высоте. Строительство другой крупной лаборатории авиационных атомных двигателей завершается в Мидлтауне (Коннектикут) [17]. В 1960 г. намечается закончить сооруже-



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

ние реактора для испытаний в Сандаски (Огайо) [18]. В качестве горючего в реакторе будет использоваться высокообогащенный уран. Стоимость строительства 5 млн. долларов.

Исследования, связанные с разработкой новых видов резины и резиновых приспособлений, обладающих удовлетворительными свойствами в условиях радиоактивного излучения, в том числе шин и других резиновых деталей для атомных самолетов, производятся в радиационной лаборатории в Акроне [19].

Специальная группа экспертов изучает возможность создания атомных гидросамолетов [20]. Не исключено, что атомный двигатель будет установлен на гидросамолете типа «Симастер» или на одной из его модификаций. Рассматривается возможность использования атомных двигателей на вертолетах [21]. Программа исследований включает в себя работы по созданию вертолета общим весом 450 т. На более длительный срок рассчитана программа изучения перспектив использования ионных двигателей в межпланетных ракетах [22]. На ракете весом 1,5 т предполагается установить атомную силовую установку, создающую электрическое поле, с помощью которого из хвоста ракеты будут выбрасываться ионы со скоростью до 197 км/сек.

В Англии наиболее перспективным в атомном самолетостроении считают реактор на быстрых нейтронах [23]. В качестве теплоносителя предлагается использовать жидкий натрий, который будет циркулировать через пластинчатый теплообменник, расположенный непосредственно в «камере сгорания». Температура жидкого натрия на выходе должна составлять 750—800°С, что позволит обеспечить большую эффективность реактора при уменьшении его размера и при уменьшении лобового сопротивления самолета.

Во Франции в 1960 г. намечается пустить в эксплуатацию высокотемпературный реактор, использующий в качестве топлива уран с 20%-ным обогащением, в качестве замедлителя — бериллий, а в качестве теплоносителя — воздух [24]. Температура воздуха на выходе должна составлять не менее 600°С. Этот реактор поможет создать прототип авиационного двигателя.

В. Артамкин

## ЛИТЕРАТУРА

1. Sciens News Letter 71, № 14, 214 (1957).
2. Amer. Aviat. Daily 106, № 7, 74 (1956).
3. SAE Journal 65, № 3, 61 (1957).
4. Aviat. Week 66, № 26 (1957).
5. Amer. Aviat. Daily 106, № 19, 189 (1956).
6. Aeroplane 91, № 2363, 905 (1956); № 2364, 938 (1956).
7. Atomic Energy Reporter № 98, 127 (1957).
8. Nucl. Engng 2, № 16, 298 (1957).
9. Amer. Aviat. 20, № 26, 28 (1957).
10. Amer. Aviat. Daily 106, № 31, 313 (1956).
11. Jet Propulsion 26, № 11, 994 (1956).
12. Atomic Energy Guidletter № 108, 6 (1957).
13. Financial Times от 12 апреля 1957 г., стр. 11.
14. Chem. Engng 63, № 7, 373 (1956).
15. Engineering 184, № 4768, 124 (1957).
16. Amer. Aviat. Daily 107, № 13, 135 (1956).
17. Interavia Air Letter № 3680, 2 (1957).
18. Atomic Energy Guidletter № 104, 107 (1956).
19. Amer. Aviat. Daily 107, № 25, 285 (1956).
20. Aviat. Week 65, № 13, 34 (1956).
21. Atomic Energy Clearing House 2, № 52, 10 (1957).
22. New York Times от 6 апреля 1957 г., стр. 5.
23. Flight 70, № 2494, 771 (1956).
24. L'age Nucleare № 5, 27 (1957).

### Тепловыделяющий элемент исследовательского реактора ФР-2 в Карлсруэ

Недавно опубликованы довольно подробные данные [1] о тяжеловодном исследовательском реакторе ФР-2. Активная зона реактора состоит из 158 тепловыделяющих элементов (5,0 т урана), сердечники которых (диаметр 32 мм, длина 2160 мм) сделаны из легированного, подвергнутого термообработке урана. Низ и верх стержня имеют специальный профиль, уменьшающий сопротивление потоку охлаждающего ( $D_2O$ ). Конструкция тепловыделяющего элемента (т.в.э.) [2] показана на рис. 1 (стр. 392). Т. в. э. изготовлен в опытно-производстве фирмы «Дегусса» [3], использовавшей шведский опыт реакторостроения. Для улучшения теплопередачи урановый стержень покрыт припаянной к нему специальным не поглощающим нейтроны припоем алюминиевой оболочкой толщиной 1 мм. Концы алюминиевой оболочки заварены в аргоновой дуге. Для увеличения стойкости оболочки против коррозии в  $D_2O$  ее поверхность подвергалась специальной электрохимической обработке. Припой коррозионно устойчив

и в случае повреждения оболочки уменьшает коррозию уранового стержня. Поверхность урана также обработана (оксидирована) для уменьшения коррозии в случае повреждения оболочки. Вода ( $t=35^\circ C$ ) входит в каналы охлаждения со скоростью 2,5—10 м<sup>3</sup>/час, зависящей от положения т.в.э. в активной зоне. Скорость воды измеряется вертушкой Вольмана через электромагнитный датчик. Поток регулируется таким образом, чтобы выходная температура воды, измеряемая хромель-алюминиевой термопарой в кожухе из  $MgO$ , была равна 45°С (не более 60°С). Из отходящей воды автоматически берутся пробы на радиоактивность; появления последней сигнализирует о повреждении алюминиевой оболочки и попадании продуктов деления в охладитель.

На рис. 2 (стр. 392) показано распределение температуры по сечению уранового стержня. При мощности реактора 12 Мвт максимальная температура внутри урана т.в.э., находящихся в центре

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

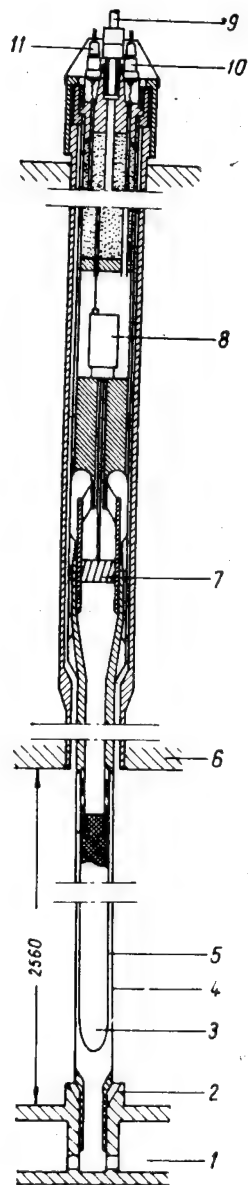


Рис. 1. Тепловыделяющий элемент.

1—камера распределения охладителя, 2—опорное гнездо т. в. э., 3—урановый стержень, 4—канал с охладителем, 5—кольцевой зазор канала, 6—крышка реактора, 7—вертушка Вольтмана, 8—датчик импульсов от вертушки, 9—отводная трубка от  $D_2O$  для контроля поврежденной оболочки, 10—ввод для измерения температуры, 11—ввод для измерения скорости охладителя.

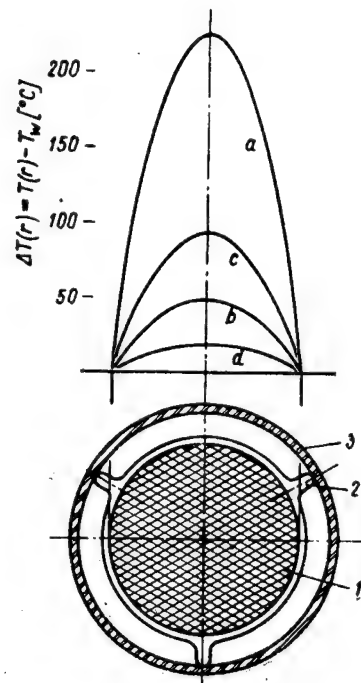


Рис. 2. Распределение температуры в урановом стержне при установке т.в.э. в различных местах активной зоны.

1—урановый стержень, 2—оболочка с опорными выступами, 3—канал с охладителем.

активной зоны,  $-350^\circ\text{C}$  (при наружной температуре около  $-100^\circ\text{C}$ ). Средняя температура оболочки  $80^\circ\text{C}$ , максимальная нагрузка  $90\text{ вт/см}^2$ . При мощности реактора 24 Мвт максимальная температура в центре уранового стержня достигает  $550^\circ\text{C}$ .

Г. З.

## ЛИТЕРАТУРА

1. K. Witz. Atomwirtschaft II, 403 (1957).
2. K. Engel. Atomwirtschaft II, 406 (1957).
3. H. E. Schimmelbusch und H. Hardung-Hardung. Atomwirtschaft II, 421 (1957).

### Рибатрон—резонаторный ускоритель для электронов с улучшенной продольной группировкой\*)

По принципу действия рибатрон является видоизменением клистрона.

Рибатрон состоит из двух резонаторов А и Б (см. рисунок). В первом (низковольтном) резонаторе осуществляется предварительная сравнительно слабая группировка электронов, а во втором— сильная продольная группировка и ускорение электронов до энергии  $1-3\text{ Мэв}$ .

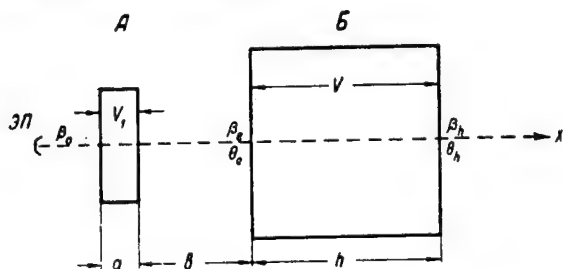


Схема рибатрона: А и Б — резонаторы, ЭП — электронная пушка.

Фаза electrons  $\theta_h$  после прохождения им расстояния  $h$  равна

$$\theta_h = \theta_e + \omega \int_0^h \frac{dx}{v},$$

где  $\theta_e$  — фаза electrons на входе в резонатор В ( $x=0$ ),  $\omega$  — угловая частота,  $x$  — расстояние,  $v$  — скорость electrons. Если при всех  $\theta_e$  соблюдаются условия

$$\theta_h = \text{const} \quad (1)$$

и

$$v(h, \theta_e) = \text{const},$$

то в точке выхода electrons из резонатора В зависимость тока от времени и распределение по скоростям будут выражаться  $\delta$ -функциями.

Задача исследования рибатрона заключается в отыскании такой связи между параметрами  $\theta_e$ ,  $\theta_h$ ,  $\beta_e$ ,  $\beta_h$ ,  $V$  и  $h$ , при которой удовлетворяются соотношения (1). Заметим, что  $\beta_e$ ,  $\beta_h$  — относительные значения скорости electrons ( $\beta = \frac{v}{c}$ , где  $c$  — скорость света), а  $V$  — амплитуда напряжения между торцами резонатора В.

\*) P. D. Coleman. J. Appl. Phys. 28, 9, 927 (1957).

Уравнение движения electrons по оси резонатора, возбужденного на основном типе колебаний  $TM_{010}$  ( $E_x = E_0 \sin \theta$ ), имеет вид

$$\omega \frac{dmv}{d\theta} \approx eE_0 \sin \theta = e \frac{V}{h} \sin \theta, \quad (2)$$

где  $m$  и  $e$  — масса и заряд electrons.

Окончательно можно записать, что

$$\frac{2\pi h}{\lambda} = \int_{\theta_e}^{\theta_h} f(\theta, V) d\theta, \quad (3)$$

где  $f(\theta, V)$  — есть решение уравнения (2). Решение уравнения (3) заключается в нахождении для ряда значений  $V$ ,  $h$ ,  $\theta_e$  и  $\beta_e$  верхнего предела интегрирования  $\theta_h$ . Следует заметить, что при некоторых значениях параметров уравнение (3) может не иметь решения.

Энергия electrons на выходе ускорительно-го резонатора определяется обычной формулой

$$W_h = m_0 c^2 \left[ \frac{1}{\sqrt{1 - \beta_h^2}} - 1 \right]. \quad (4)$$

По уравнению (3) можно найти ряд зависимостей  $\theta_h$  от входных фаз  $\theta_e$ , а уравнение (4) позволяет получить значения энергии electrons в зависимости от  $\theta_e$  при различных  $\beta_e$  и  $h$ . Анализ этих зависимостей показывает, что вблизи  $\theta_e = 0$  имеется область значений  $\theta_e$ , при которых  $\theta_h$  и  $\beta_h$  меняются в небольших пределах.

Приведем следующий пример. Пусть  $\beta_0$  — относительная скорость инжектируемых electrons,  $V_1$  — напряжение между торцами резонатора А,  $a$  — длина резонатора А,  $b$  — расстояние между резонаторами,  $\Delta\theta_h$  — разброс по фазам.

$$\text{Если } \beta_0 = 0,272, \quad \frac{eV_1}{m_0 c^2} = 0,0124, \quad \frac{2\pi a}{\lambda} = 0,185,$$

$$\frac{2\pi b}{\lambda} = 2,222, \quad \frac{eV}{m_0 c^2} = 4,282, \quad \frac{2\pi h}{\lambda} = 2,332, \quad \text{то } \beta_h = 0,9687 \pm 0,07\%, \quad \text{а } \Delta\theta_h = 0,004 \text{ рад.}$$

Осуществление подобной группировки одновременно с ускорением возможно лишь при условии, что ускоряемые частицы становятся релятивистскими. Только в этом случае решение уравнения (2) и будет удовлетворять поставленной задаче.

Можно показать, что рибатрон достаточно нечувствителен к небольшим изменениям величины высокочастотной мощности, питающей резонатор В (допустимое изменение  $\pm 20\%$ ), и напряжения  $V_1$  (до  $\pm 5\%$ ). Неточность в подборе  $\beta_0$  компенсируется изменением сдвига фаз колебаний

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

между резонаторами А и Б. Наибольшая точность требуется в системе сдвига фаз между колебаниями в этих резонаторах. Здесь необходимо поддерживать сдвиг фаз с точностью до  $0,02 \lambda_p / 2\pi$ , где  $\lambda_p$  — длина волны колебания в резонаторе Б.

Ускоритель типа ребатрон имеет следующие параметры: напряжение инжекции в электронной пушке — 20—25 кВ, ток инжектированных электронов — 0,3 А, радиус луча при инжекции — 0,5 мм,

амплитуда модуляции в резонаторе А — 5 кВ, мощность высокочастотных колебаний ускоряющего напряжения — 0,8 Мвт, длина волны колебаний ускоряющего напряжения — 10,75 см, длина резонатора Б — 4 см, радиус резонатора Б — 4,115 см. При этих параметрах были ускорены электроны до энергии 1 МэВ и получен ток 0,035 А. Отмечено хорошее согласие экспериментальных результатов с теорией.

Г. И. Жилейко

## Применение линейных электронных ускорителей для генерации миллиметровых радиоволн

Одной из проблемных задач современной радиотехники является освоение диапазона электромагнитных колебаний с длинами волн 5—1 мм и короче. Применение миллиметровых радиоволн позволит увеличить количество передач по линиям связи, повысить разрешающую способность радиолокационных станций, получить новые сведения о радиоизлучениях из Вселенной и т. д. Методы генерирования и усиления миллиметровых радиоволн еще почти не разработаны, а применяемые на сантиметровых волнах генераторы и усилители электромагнитных колебаний (клинотрон, лампа с бегущей волной, лампа с обратной волной, магнетрон) практически непригодны для волн короче 3—4 мм [1]. По-видимому, наиболее перспективным является использование электромагнитных колебаний, излучаемых ускоренно движущимся электроном. Это излучение возникает в синхротронах, бетатронах, микротронах и известно под названием «эффекта светящегося электрона». Однако применение циклических ускорителей для генерации миллиметровых радиоволн менее удобно, чем применение линейных ускорителей. Гинзбургом [2] теоретически обоснована возможность генерирования миллиметровых радиоволн потоком быстрых электронов, которые подвергаются попеременному воздействию магнитных или электрических полей, поперечных к направлению движения.

В устройстве из периодических магнитных или электрических полей, называемом ондулятором, траектория электрона является периодической кривой, напоминающей синусоиду. Вследствие возникающего ускорения электроны излучают спектр электромагнитных колебаний с преобладающей основной частотой.

Благодаря эффекту Доплера длина волны  $\lambda$  основного излучаемого колебания, наблюдаемого вдоль направления движения электронов, как легко показать [1], [3], равна

$$\lambda = d \left( \frac{c}{v} - 1 \right),$$

где  $d$  — период поперечного магнитного или электрического поля,  $c$  — скорость света,  $v$  — скорость электрона. Из формулы видно, что, чем больше  $v$ , тем короче получаемая волна. Энергия колебаний максимальна в случае когерентного излучения всех электронов, наблюдаемого тогда, когда электроны собраны в сгустки длиной менее половины длины

волны излучаемых колебаний (мощность колебаний пропорциональна квадрату числа электронов в сгустке). Технически этот способ генерации электромагнитных колебаний был осуществлен Мотцем и его сотрудниками [3] — [5].

Применяя линейный ускоритель с энергией электронов 100 МэВ, удалось получить излучение в области видимого света. Для генерации миллиметровых и субмиллиметровых волн требуются электроны невысоких энергий, примерно 2—5 МэВ. Для этой цели использовался группирователь от ускорителя Стэнфордского университета на 630 МэВ (марка III). Энергия электронов после группирователя равна 4—5 МэВ, угловая длительность сгустков примерно  $20^\circ$  (линейная — 5,5 мм). С этим группирователем были получены миллиметровые и субмиллиметровые волны общей мощностью до 1 Вт.

Применялся также ускоритель, предназначенный для рентгенологических исследований (энергия электронов 2—3 МэВ). В связи с неудовлетворительной группировкой электронов в ускорителе перед ним был установлен специальный предгруппирователь, состоящий из двух низковольтных резонаторов, группирующих электроны, и одного высоковольтного резонатора, ускоряющего электроны до  $v = 0,5 c$ . Предгруппирователь собирал электроны в сгусток с угловой длительностью в  $30^\circ$ , а ускоритель сжимал этот сгусток до нескольких градусов. Система из предгруппирователя и ускорителя позволила провести много исследований по генерации миллиметровых и субмиллиметровых волн.

Теоретические и экспериментальные исследования показывают, что основными требованиями к ускоряющему устройству, определяющими повышение мощности излучения, являются уменьшение длительности сгустка электронов и повышение количества электронов в сгустке, т. е. увеличение тока ускоренных частиц.

Г. И. Жилейко

## ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Жилейко. Электросвязь № 12, 27 (1956).
2. В. Л. Гинзбург. Изв. АН СССР. Сер. физ. 9, № 2, 165 (1947).
3. H. Motz. J. Appl. Phys. 22, 527 (1951).
4. H. Motz. J. Appl. Phys. 24, 826 (1953).
5. H. Motz. Trans. IRE AP-4, № 3, 374 (1956).

## О получении новых элементов

Кроме найденных в природе 88 элементов, в настоящее время искусственно получено 14 элементов. Из них четыре: 43 (технеций), 61 (прометий), 85 (ас-тат) и 87 (франций) — заполнили пробелы соответствующих групп периодической системы Д. И. Менделеева. Остальные десять (свыше 80 изотопов) являются заурановыми, они готовятся исключительно человеком, хотя было обнаружено, что ничтожнейшие, несравнимо меньшие количества нептуния и плутония образуются в результате действия рассеянных нейтронов на уран.

Известно, что синтезирование новых заурановых элементов возможно в ускорителях, дающих потоки заряженных ионов большой энергии, в ядерных реакторах — интенсивных источниках нейтронов — и в процессе взрыва водородной бомбы [1], являющегося кратковременным, но весьма интенсивным источником нейтронов.

Первые заурановые элементы нептуний и плутоний были получены бомбардировкой урана  $\alpha$ -частицами на циклотроне. Позже они были получены облучением урана в реакторе (рис. 1, а). Комбинируя облучение в реакторе с бомбардировкой полученных тяжелых элементов  $\alpha$ -частицами, удалось последовательно получить все новые заурановые элементы вплоть до фермия (элемент 100). Оказалось также, что элементы 99 и 100 получают в процессе взрыва водородной бомбы за счет быстрых последовательных захватов нейтрона  $U^{238}$  (рис. 1, б).

Однако возможность дальнейшего получения новых заурановых элементов в ядерных реакторах исчерпана, так как вблизи элемента 100 появляются столь короткоживущие  $\alpha$ -излучатели, что эти элементы распадаются в процессе образования, и цепочка нарушается. При облучении  $\alpha$ -частицами происходит скачок через один атомный номер. Таким путем по реакции  $Es^{253}(\alpha, n)Md^{258}$  был получен [3] элемент 101 (менделевий). Большие надежды на успех может дать бомбардировка тяжелыми ионами (углерода, азота, кислорода). В этом случае удается совершить скачок через несколько атомных номеров, эквивалентный цепочке реакций, происходящих при облучении нейтронами. Так, при бомбардировке  $Cm^{244}$  ионами  $C^{13}$ , видимо, был получен последний новый элемент 102 — нобелий [4] (рис. 1, в, кривая 1). Необходимо иметь в виду, что фактически скачок происходит сложнее. Например, при бомбардировке  $U^{238}$  ионами  $C^{13}$  (рис. 1, в, кривая 2) сначала образуется возбужденное составное ядро  $Cf^{250}$ , которое выбрасывает несколько нейтронов и превращается в

ядро более легкого изотона калифорния. Весь процесс идет так быстро, что его можно принять за один скачок. Трудность осуществления этого способа заключается в выборе направления скачка.

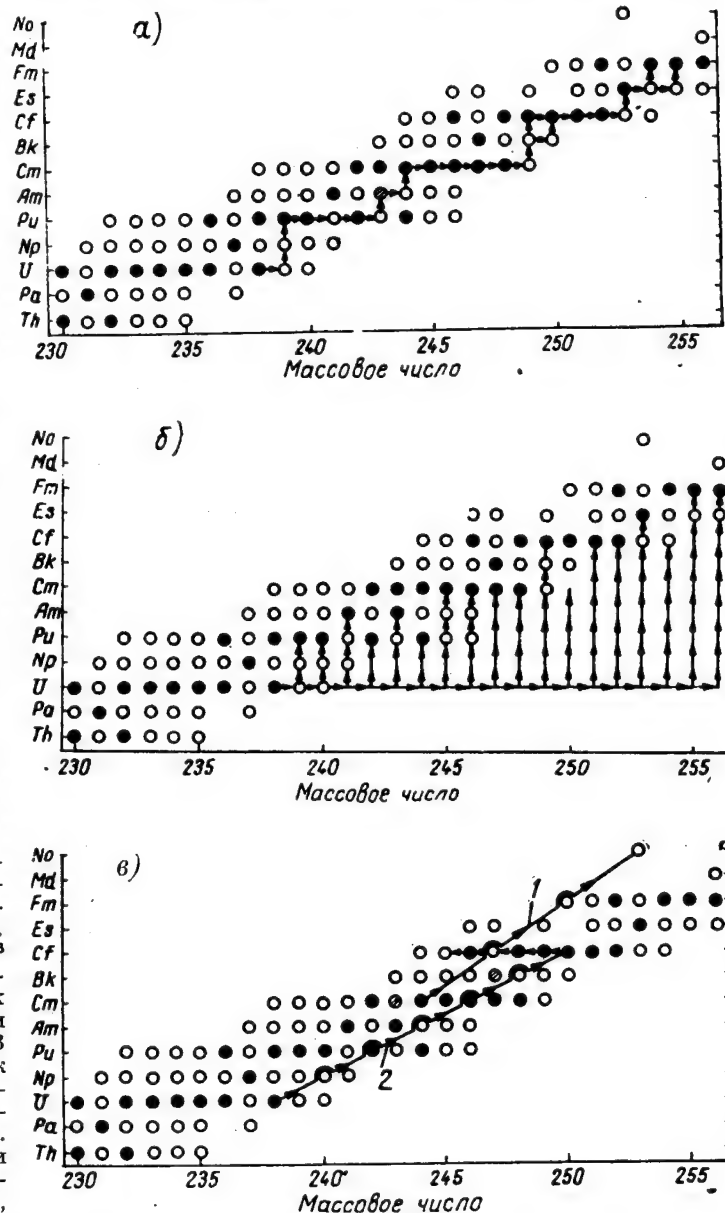


Рис. 1. Схемы ядерных процессов получения заурановых элементов.

а) облучение  $U^{238}$  нейтронами, б) реакции в термоядерном взрыве, в) бомбардировка тяжелыми ионами: 1 — реакция получения нобелия, 2 — реакция получения калифорния. ● — изотопы, устойчивые против  $\beta$ -распада, ○ —  $\beta$ -активные изотопы, ⊗ — надежных данных нет → захват нейтронов, ↑ —  $\beta$ -распад.

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Он всегда таков, что выходит (тем больше, чем он длиннее) несколько влево из области наиболее устойчивых ядер, образующих диагональную полосу на рис. 1, а, б и в. Поэтому для облучения надо выбирать наиболее тяжелый устойчивый изотоп, лежащий в области устойчивости как можно дальше вправо. Направление скачка в небольшой степени можно регулировать, выбирая более тяжелый ион, например  $\text{C}^{13}$  вместо  $\text{C}^{12}$  и даже  $\text{C}^{14}$ .

В ближайшие годы можно ожидать накопления в ядерных реакторах  $\text{Sm}^{246}$ , более тяжелых изотопов кюрия и  $\text{Cf}^{252}$ , а для бомбардировки использовать тяжелые ионы вплоть до неона. В этих условиях возможность получения новых элементов будет зависеть от скоростей их радиоактивного распада ( $\alpha$ -,  $\beta$ -, электронного захвата и т. д.) и особенно самопроизвольного деления, которые с увеличением атомных номеров свыше 100 быстро возрастают. Все же,

видимо, удастся [2] синтезировать еще с полдюжины элементов от экалютеция и экагафния (элементы 103 и 104) до экаосмия (элемент 108), прежде чем мгновенный радиоактивный распад положит предел дальнейшему получению новых элементов.

Г. З.

## ЛИТЕРАТУРА

1. P. R. Fields et al., A. Giorso et al. Phys. Rev. **102**, 180 (1956).
2. H.A.C. McKay. Nature **180**, 4594, 1010 (1957).
3. A. Giorso et al. Phys. Rev. **98**, 1518 (1955).
4. P. R. Fields, A. M. Friedman, J. Nilsted et al. Phys. Rev. **107**, 1460 (1957).

### Отделение тория от редкоземельных элементов в азотнокислой среде методом анионного обмена\*)

Разделение  $\text{Th}^{234}$  и редких земель исследовалось на колонке с поперечным сечением шихты 1 см<sup>2</sup> и высотой 5 см. В качестве анионообменника использовалась смола Дауэкс-1 с 8% дивинилбензола и величиной зерна 50—100 меш.

В первой стадии экспериментов изучалось разделение индикаторных количеств  $\text{Th}$  (IV) и  $\text{Pr}$  (III). На колонку наносилось около 2 мл раствора  $\text{Th}^{234}$  и  $\text{Pr}^{143}$  в 5 М  $\text{HNO}_3$ . Элюция выполнялась кислотой той же молярности при скорости потока 0,4 мл/мин.  $\text{Pr}^{143}$  полностью удалялся со смолы количеством кислоты, равным трехкратному объему колонки.

При этом  $\text{Th}^{234}$  не десорбировался. Этот элемент вымывался из колонки 2,4 М  $\text{HCl}$ .

При отделении миллиграммовых количеств  $\text{Th}$  (IV) от микрограммовых количеств  $\text{Sm}$  (III) последний удалялся с колонки 7,3 М  $\text{HNO}_3$ . Торий десорбировался 2,4 М  $\text{HCl}$ .

Эксперименты с  $\text{La}$  (III),  $\text{Nd}$  (III),  $\text{Eu}$  (III) и  $\text{Y}$  (III) показали, что эти металлы легко удаляются с колонки 5—8 М  $\text{HNO}_3$  и, следовательно, могут быть отделены от  $\text{Th}$  (IV).

Полное разделение  $\text{Th}$  (IV) и  $\text{Ce}$  (IV) в азотнокислой среде не может быть достигнуто за один прием. Добавление перекиси водорода к азотной кислоте снижает сорбируемость церия, облегчая его выделение в фильтрат.

В. П.

\*) J. D a n o n. J. Inorg. Nucl. Chem. **5**, 3, 237 (1958).

### Данные о содержании $\text{Sr}^{90}$ в биологических объектах (Англия, 1956 г. \*)

Ввиду крайней актуальности вопросов, связанных с загрязнением земной поверхности радиоактивными продуктами испытательных взрывов, приводимые ниже данные о содержании радиостронция в почве, траве, молоке, а также костях жителей Англии в 1956 г. представляют значительный интерес.

Ввиду химического сходства и идентичного поведения в биологических процессах стронция и кальция содержание стронция в биосубстратах принято выражать в так называемых «стронциевых единицах» (с. е.). Эта единица равна  $10^{-12}$  кюри  $\text{Sr}^{90}$  на 1 г кальция.

Данные, полученные в 1956 г. в 13 пунктах Англии, говорят о следующем содержании  $\text{Sr}^{90}$  в почве, траве и костях овец (см. табл. 1).

\*) F. J. Bryant, A. C. Chamberlain, A. Morgan, G. S. Spicer J. Nucl. Energy **6**, 1/2, 22 (1957).

Таблица 1

Содержание  $\text{Sr}^{90}$  в почве, траве и костях овец

Объект	Содержание $\text{Sr}^{90}$	
	минимальное	максимальное
Почва (слой 10 мм):		
абсолютные цифры . . .	1,9 мкюри/км <sup>2</sup>	10,0 мкюри/км <sup>2</sup>
относительные цифры . . .	0,15 с. е.	8000 с. е.
Трава . . . . .	26,0 с. е.	2100 с. е.
Кости овец . . .	8,7 с. е.	160 с. е.



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Таблица 2

Содержание  $\text{Sr}^{90}$  в биологических объектах в 1956 г.

Объект	Место взятия материала	Содержание $\text{Sr}^{90}$ , с. е.		
		максимальное	минимальное	среднее
Трава	Кислые почвы на холмах	2100	91	130
	Нормальные почвы . . .	77	11	37
Кости овец	Холмистые пастбища . .	170	24	57
	Равнинные пастбища . .	15,6	7,8	13,7
Молоко	Графство Сомерсет . . .	5,7	2,9	4,4
	Другие районы . . . . .	10,3	3,9	6,7
Кости человека:				
до 5 лет		1,55	0,15	0,70
от 5 до 20 лет		0,38	0,15	0,26
свыше 20 лет		0,13	0,06	Средние цифры не указаны, так как исследовано всего два образца.

Детальный анализ приведенных данных свидетельствует о закономерном снижении относительного содержания  $\text{Sr}^{90}$  с увеличением pH почвы. Если максимальные значения содержания  $\text{Sr}^{90}$  в почве, траве и костях овец наблюдаются на кислых почвах с pH=4,3÷5,6, то минимальные значения — при pH почвы, равной 6,8÷8,0. Содержание  $\text{Sr}^{90}$  в костях овец варьирует в зависимости от характера пастбищ. На равнинных пастбищах оно колеблется в пределах 7,8÷15,6 с. е. (среднее значение 14 с. е.), на холмистых — в пределах 24÷160 с. е. (среднее значение 57 с. е.).

Сравнение содержания  $\text{Sr}^{90}$  в костях овец и в траве позволяет вывести коэффициент перехода  $\text{Sr}^{90}$  из пищи в кости овец, равный в среднем 0,23 с колебаниями от 0,09 до 0,42. Исследования относительного содержания стабильного стронция дают близкие цифры: 0,24 (0,15÷0,34).

Содержание  $\text{Sr}^{90}$  в молоке коров северной части Британских островов выше, чем в южной, и достигает 10 с. е., что связано с большим количеством осадков в северных районах.

Главным источником попадания  $\text{Sr}^{90}$  в организм жителей Англии является молоко. Расчеты показывают, что путем ингаляции в организм проникает и откладывается в костях лишь 0,002 с. е.  $\text{Sr}^{90}$ .

Попадание  $\text{Sr}^{90}$  с питьевой водой также пренебрежимо мало. Относительно меньше поступает его и с овощами, так как внешнее, механическое загрязнение овощей в значительной мере удаляется в процессе их кулинарной обработки.

Исследование содержания  $\text{Sr}^{90}$  в костях человека показало, что максимальное количество его содержится в костях детей до 5 лет (0,15÷1,55 с. е. при среднем значении 0,7 с. е.), причем наиболее высокое содержание  $\text{Sr}^{90}$  обнаружено в костях детей из северных и северо-восточных районов страны.

Изложенное выше иллюстрируется сводной табл. 2.

Указанные количества  $\text{Sr}^{90}$  в костях детей создают облучение организма в дозе от 2 до 4 мр в год, что составляет около 1/30 уровня воздействия от естественных источников.

Наивысшее содержание  $\text{Sr}^{90}$  в костях детей (1,55 с. е.) соответствует 1/60 того уровня, который согласно рекомендациям Медицинского исследовательского совета признан допустимым для всего человечества, и лишь 1/6 того уровня, превышение которого согласно тем же рекомендациям требует немедленных мер, ограничивающих поступление радиоактивного вещества в человеческий организм.

С. Л.

## Об английских и американских работах в области управляемых термоядерных реакций\*)

В январе 1958 г. в журнале «Nature» опубликовано семь статей английских и американских ученых, в которых приводятся результаты изучения возможности осуществления управляемых термоядерных реакций при разряде с большой силой тока в газообразном дейтерии [1]—[7].

\*) Краткий обзор статей, опубликованных 25 января 1958 г. в английском журнале «Nature». Полный перевод статей публикуется в журнале «Атомная техника за рубежом» № 2 и 4, 1958 г.

Возможность термоядерных реакций при разряде с большой силой тока в газообразном дейтерии [1]—[7]. Возможность термоядерных реакций при разряде с большой силой тока в газообразном дейтерии [1]—[7].



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

нагревается до температуры свыше 1 млн. градусов и испускает нейтроны, образующиеся в результате D+D-реакции. Однако анализ полученных результатов показал, что шнур разряда недостаточно стабилен, а нейтронное излучение может быть объяснено не температурным разогревом плазмы, а некоторым механизмом ускорения ионов, связанным с этой нестабильностью.

Возможны два пути обхода затруднений, связанных с нестабильностью разряда. Первый путь — получение нужной температуры за время, меньшее времени развития нестабильности. Попыткой продвинуться в этом направлении являются работы американских ученых, результаты которых будут изложены ниже. Второй путь — повышение стабильности шнура разряда при помощи продольного магнитного поля, создаваемого в камере до пробоя разряда. Разряд такого типа изучался в работе [16], теоретический анализ устойчивости разряда в магнитном поле проделан в работах [17], [18]. Другим способом повышения стабильности разряда является использование разрядных камер с хорошо проводящими стенками: при отклонении шнура разряда от оси такой камеры в ее стенках наводятся вихревые токи, магнитное поле которых стремится вернуть шнур в прежнее положение [18].

Сочетание обоих способов стабилизации разряда обеспечило успешное осуществление сравнительно продолжительного разряда в тороидальных камерах, описанных в двух статьях английских ученых [1], [3]. Результаты, полученные английскими учеными, очень интересны и свидетельствуют о том, что они достигли значительного прогресса в своих работах.

Большая установка Института атомной энергии в Харуэлле построена П. Тонеманом, Б. Фраем,

рис. 1. Фотография установки «ЗЭТА».

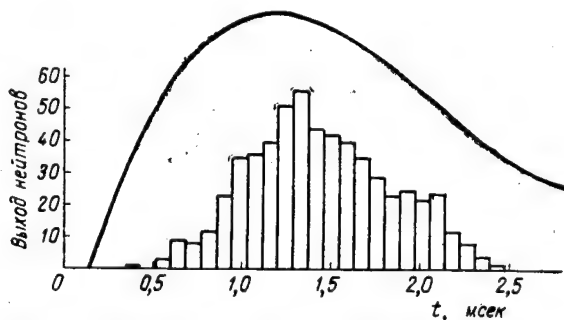
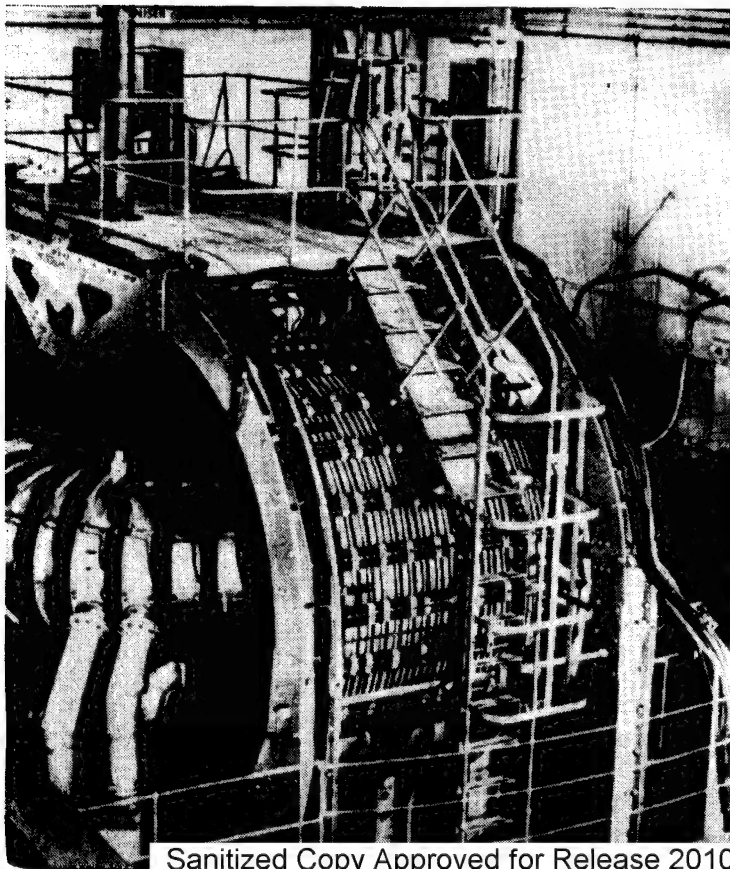


Рис. 2. Зависимость выхода нейтронов от фазы тока разряда.

Напряжение на батарее 17 кВ, максимальный ток разряда 120 кА.

У. Томсоном и др. и названа термоядерным реактором нулевой мощности, или сокращенно «ЗЭТА» (ZETA). Она представляет собой тороидальную алюминиевую камеру со средним диаметром кольца 3 м и диаметром сечения трубы 1 м. Газ, находящийся в камере под давлением примерно  $10^{-4}$  мм рт. ст., ионизуется под действием радиочастотного разряда и становится слегка проводящим. Образованная таким образом холодная плазма является вторичной обмоткой большого импульсного трансформатора, к первичной обмотке которого подключена батарея

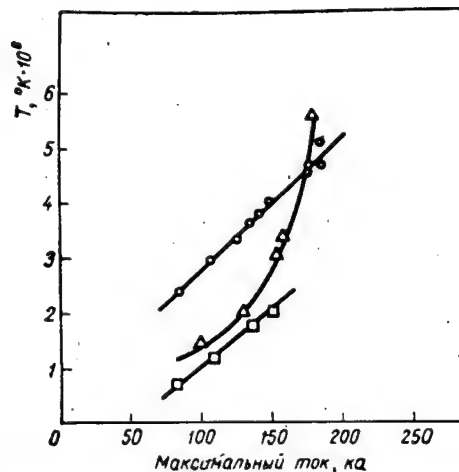


Рис. 3. Зависимость температуры ионов от максимального тока разряда.

○ — рассчитано по выходу нейтронов. Δ — определено по доплеровскому расширению линий кислорода O V, □ — определено по доплеровскому расширению линий азота N IV.

конденсаторов. Она может запасти при зарядке энергию  $5 \cdot 10^5$  Дж. Батарея может разряжаться через каждые 10 сек., создавая в торе разряд с максимальной силой тока 200 кА. Разряд длится несколько миллисекунд. Для увеличения стабильности разряда в камере при помощи намотанных на нее катушек создается постоянное магнитное поле, направленное

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

вдоль осевой окружности тора. Напряженность этого поля может меняться от 0 до 400 э. Общий вид установки приведен на рис. 1. Измерения при помощи магнитных и лэнгмюровских зондов, а также фотографирование разряда через окна в стенке камеры показали, что токовый канал квазистабилен и изолирован от стенок камеры в течение большей части времени развития разряда (2—3 мсек). Диаметр токового канала в момент максимума тока — 20÷40 см. Микроволновые измерения показали, что плотность электронов больше, чем  $6 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$ , что согласуется с предположением о полной ионизации плазмы. При помощи сцинтилляционных счетчиков установлено, что разряд сопровождается нейтронным излучением. Выход нейтронов в зависимости от максимального тока при разряде в смеси дейтерия и 5% азота (давление  $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ мм рт. ст.}$ , стабилизирующее поле — 160 гс) приведен в таблице, а на рис. 2 показана зависимость выхода нейтронов от фазы тока разряда. В третьем столбце таблицы приведены температуры ионов в плазме, вычисленные в предположении, что все нейтроны образуются в результате термоядерного процесса и испускаются равномерно в течение 1 мсек из токового канала диаметром 20 см. Температура ионов определялась также спектроскопически по доплеровскому расширению спектральных линий азота и кислорода. На рис. 3 сравниваются результаты определения температуры ионов обоими способами. Средняя энергия ионов оценивается в 300 эв при плотности ионов  $10^{13}$ — $10^{14} \text{ см}^{-3}$ . Максимальная температура ионов, полученная на установке «ЗЭТА», ~ 5 млн. °К.

Следует отметить, что термином температура в данном случае следует пользоваться осторожно. Температура в обычном понимании характеризует среднюю энергию хаотического движения частиц с максвелловским распределением по скоростям. При попытках определить температуру плазмы по выходу нейтронов или по доплеровскому расширению спектральных линий физик получает сведения о кинетической энергии частиц и не может утверждать, что в плазме не происходит столкновений направленных потоков частиц, возникающих под влиянием неустойчивости и возможных ускорительных механизмов.

Таблица

Полный выход нейтронов и температура плазмы в зависимости от максимального тока в разряде

Ток ка	Полный выход нейтронов в импульсе	T, °К. $10^6$ (вычисленная)
84	$0,4 \cdot 10^4$	2,4
117	3,1	2,9
126	9,2	3,3
135	14,2	3,6
141	26,5	3,8
150	41,6	4,0
177	108	4,5
178	125	4,6
187	134	4,65

Американский физик Спитцер, возглавляющий термоядерные работы в Принстонском университете, анализируя результаты, полученные на установке

«ЗЭТА», показал [2], что наблюдаемая скорость разогрева ионов не может быть объяснена механизмом электронно-ионных столкновений и для объяснения скорости нарастания температуры и степени термализации плазмы необходимо привлечение других, еще почти неизученных для горячей плазмы процессов (колебания, ударные волны, гидромагнитные турбулентности и т. д.).

Поэтому для того, чтобы доказать, что наблюдаемые нейтроны имеют термоядерное происхождение, нужно изучить зависимость энергии нейтронов от направления их вылета по всему объему плазмы (см. ниже результаты, полученные на американской установке «Колумб II»). Однако малая интенсивность нейтронного потока исключает возможность таких измерений на установке «ЗЭТА» в настоящее время. Тем не менее следует отметить, что наблюдаемый выход нейтронов не противоречит предположению о термоядерном их происхождении.

Установка «Септер III», построенная в Исследовательской лаборатории фирмы «Ассошиэтед электрикал индастриз» в Ольдермастоне под руководством Т. Алибона и А. Уэйра, аналогична установке «ЗЭТА», но имеет меньшие размеры и следующие параметры: 1) энергия в конденсаторной батарее 40 тыс. Дж.; 2) средний диаметр тора 115 см, диаметр трубы 30 см; 3) максимальное аксиальное магнитное поле 1000 гс; 4) максимальный ток в импульсе 200 ка; 5) давление в камере  $9 \cdot 10^{-4}$ — $7 \cdot 10^{-3} \text{ мм рт. ст.}$  Основные результаты работы сводятся к следующему. Токовый канал изолирован от стенок в течение почти всего времени разряда, длящегося примерно 400 мсек. Нейтронный выход максимален ( $8 \cdot 10^3$  нейтронов на разряд) при давлении  $2 \cdot 10^{-3} \text{ мм рт. ст.}$  и аксиальном поле 500 гс. Максимальная кинетическая температура, полученная на установке, ~ 4 млн. °К.

Одновременно с английскими работами опубликованы четыре статьи американских ученых, сообщающих результаты исследований очень быстрых разрядов в Лос-Аламосской лаборатории.

В статье Дж. Хонсейкера, Г. Карра, Дж. Ошера, Дж. Филлипса и Дж. Така приведены результаты опытов на кварцевой тороидальной камере «Перхэксатрон S-3» (средний диаметр 32,4 см, диаметр трубы 5,3 см, аксиальное магнитное поле до 5 тыс. гс, ток разряда 200 ка, длительность разряда 60 мсек), построенной в середине 1957 г. [7]. Первые нейтроны зарегистрированы на этой установке в декабре 1957 г. Нейтроны ( $\sim 10^6$  на разряд) появляются в виде импульса длительностью примерно 2 мсек через 3 мсек после пробоя. Значительно меньший импульс нейтронов регистрировался через 10—15 мсек на хвосте нейтронного распределения. Наблюдаемый выход нейтронов соответствует температуре 6 млн. °К. Измерений, доказывающих их термоядерное происхождение, не производилось.

В статье Д. Хагермана и Дж. Мэтера описана прямая разрядная керамическая камера «Колумб II» [5] (запущена летом 1957 г.), которая дает  $3 \cdot 10^8$  нейтронов на разряд при максимальном токе разряда 800 тыс. а, нарастающем за 2 мсек. Выход нейтронов уменьшается на 55% стабилизирующим аксиальным полем в 125 гс, увеличивается в 2,3 раза при изменении давления от 0,07 до 0,2 мм рт. ст. и в 2 раза при возрастании напряжения от 40 до

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

50 кэв. Для проверки степени термализации плазмы производилось облучение фотопластинок, расположенных около торцов и вдоль стенки камеры. Анализ пластинок показал, что спектр нейтронов, вылетающих в направлении катода, сдвинут на 170 кэв в сторону больших энергий по сравнению со спектром нейтронов, вылетающих в направлении анода. Кроме того, нейтронов, летящих в направлении катода, значительно больше. Это показывает, что имеется направленное движение дейтронов с энергией  $\sim 12$  кэв в направлении катода, создаваемое в результате какого-то ускорительного процесса. В радиальном направлении выход нейтронов в пределах точности эксперимента однороден вдоль оси камеры, за исключением узкой (примерно 5 см) области около анода.

Статья Л. Буркхардта и Р. Ловберга посвящена исследованию разряда в прямой разрядной камере «Колумб S-4», отличающейся от камеры «Колумб II» только размерами и параметрами питающей батареи конденсаторов [6].

В статье Л. Буркхардта, Р. Ловберга и Дж. Филлипса [4] излагаются результаты изучения зависимости от времени радиального распределения тока в разрядной камере «Колумб», описанной ранее в работе [15]. Измерения производились при помощи миниатюрных магнитных пробников (катушечки из 40 витков, намотанных на каркас диаметром 1 мм).

Следует отметить, что в статьях американских ученых не содержится принципиально новых фактов по сравнению с результатами опубликованных в 1956 г. работ советских физиков. Поэтому наибольший интерес представляют работы английских ученых, получивших изолированную в течение нескольких миллисекунд от стенок камеры плазму с плотностью частиц  $10^{13}-10^{14}$  см<sup>-3</sup> и температурой в несколько миллионов градусов. Достигнуто время удержания полностью ионизированной плазмы, достаточное для исследования сложных и слабо изученных процессов, происходящих в высокотемпературной плазме. И хотя термоядерное происхождение наблюдавшихся нейтронов не доказано, результаты этих работ являются шагом вперед на пути осуществления управляемых термоядерных реакций. Однако не лишне подчеркнуть, что на этом пути предстоит преодолеть еще много трудностей. Для создания реактора с положительным балансом энергии необходимо научиться удерживать плазму с температурой порядка 400 млн. градусов в течение нескольких секунд. Энергия же, выделяющаяся в результате D+D-реакции на установке «ЗЭТА», пока в  $10^{12}$  раз меньше потребляемой энергии.

Тем не менее широкий размах работ в области управляемых термоядерных реакций и полученные в настоящее время результаты укрепляют уверенность в том, что недалеко то время, когда идея использования энергии синтеза ядер гелия из водорода для получения электроэнергии будет реализована.

Г. Б.

## ЛИТЕРАТУРА

1. P. C. Thonemann, E. P. Butt, R. Caruthers, A. N. Dellis, D. W. Fry, A. Gibson, G. N. Harding, D. J. Lees, R. W. P. McWhirter, R. S. Pease,

- S. A. Ramsden, S. Ward. *Nature* 181, 217 (1958).
2. L. Spitzer. *Nature* 181, 221 (1958).
3. N. L. Allen, T. E. Allibone, D. R. Chick, R. F. Hemmings, T. P. Hughes, S. Kaufman, B. S. Liley, J. G. Mack, H. T. Miles, R. M. Payne, J. E. Read, A. A. Ware, J. A. Wesson, R. V. Williams. *Nature* 181, 222 (1958).
4. L. C. Burkhardt, R. H. Lovberg, J. A. Phillips. *Nature* 181, 224 (1958).
5. D. C. Hagerman, J. W. Mather. *Nature* 181, 226 (1958).
6. L. C. Burkhardt, R. H. Lovberg. *Nature* 181, 228 (1958).
7. J. Honsaker, H. Karr, J. Osher, A. Phillips, J. L. Tuck. *Nature* 181, 231 (1958).
8. И. В. Курчатов. *Атомная энергия I*, № 3, 65 (1956).
9. Л. А. Арцимович, А. М. Андрианов, О. А. Базилевская, Ю. Г. Прохоров, Н. В. Филиппов. *Атомная энергия I*, № 3, 76 (1956).
10. М. А. Леонтович, С. М. Осовец. *Атомная энергия I*, № 3, 81 (1956).
11. Л. А. Арцимович, А. М. Андрианов, Е. И. Доброхотов, С. Ю. Лукьянов, И. М. Подгорный, В. И. Синицын, Н. В. Филиппов. *Атомная энергия I*, № 3, 84 (1956).
12. С. Ю. Лукьянов, В. И. Синицын. *Атомная энергия I*, № 3, 88 (1956).
13. С. Ю. Лукьянов, И. М. Подгорный. *Атомная энергия I*, № 3, 97 (1956).
14. О. А. Андерсон, У. Р. Бэкер, С. Колгейт, Дж. Айз, Р. В. Пайл. Сб. «Проблемы современной физики» № 1, 116 (1958).
15. L. Burkhardt, R. Dupawa, J. Mather, J. Phillips, G. Sawyer, T. Stratton, E. Stovall, J. Tuck. *J. Appl. Phys.* 28, 519 (1957); Л. Буркхардт, Р. Дунауэй, Дж. Мэтер, Дж. Филлипс, Г. Соуер, Т. Страттон, Э. Стоволл, Дж. Так. Сб. «Проблемы современной физики» № 1, 141 (1958).
16. А. Л. Безбатченко, И. Н. Головин, Д. П. Иванов, В. Д. Кириллов, Н. А. Явлинский. *Атомная энергия I*, № 5, 26 (1956).
17. В. Д. Шафранов. *Атомная энергия I*, № 5, 38 (1956).
18. M. N. Rosenbluth. *Proc. 3rd Inter. Conf. on Ionization Phenomena in Gases, Venice*, 903 (1957).

## Краткие сообщения

◇ СССР. Комитет по Ленинским премиям в области науки и техники при Совете Министров СССР сообщил, что к участию в конкурсе на соискание Ленинских премий 1958 г. допущены следующие работы по атомной энергии:

1. Арцимович Л. А., Андрианов А. М., Базилевская О. А., Брагинский С. И., Головин И. Н., Леонтович М. А., Лукьянов С. Ю., Ос-

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

вед С. М., Подгорный И. М., Синицын В. И., Филиппов Н. В., Явлинский Н. А. «Исследование мощного разряда в газе для получения высокотемпературной плазмы». (Представлена Институтом атомной энергии АН СССР.)

2. Бекслер В. И., Петухов В. А., Рабинович М. С., Зиновьев Л. П., Ефремов Д. В., Комар Е. Г., Моносзон Н. А., Столов А. М., Минц А. Л., Рубчинский С. М., Драбкин Г. М., Водопьянов Ф. А. «Синхрофазотрон на 10 миллиардов электроновольт». (Представлена академиком Д. В. Скобелевым и Институтом атомной энергии АН СССР.)

♦ СССР. В феврале 1958 г. в Объединенном институте ядерных исследований состоялось рабочее совещание по спектроскопии нейтронно-дефицитных ядер и по применению радиохимических методов при изучении ядерных реакций. Заслушано 5 обзорных докладов и более 20 научных сообщений.

♦ СССР. В г. Свердловске для Уральского филиала АН СССР сооружается исследовательский ядерный реактор.

♦ Австралия. В 1957 г. на месторождении Рам Джангл (Северная территория) было добыто 244 т  $U_3O_8$ .

♦ Англия. В Харуэлле начата реконструкция термоядерной установки «ЗЭТА». В ходе реконструкции будет улучшена обмотка трансформатора и создана более мощная конденсаторная батарея. Английский ученый Дж. Кокрофт заявил, что увеличение мощности конденсаторной батареи позволит получить плазму с температурой 15 млн. °К.

♦ Англия. В июне 1958 г. в Харуэлле состоится конференция по технологиям ядерных реакторов, на которой ожидается присутствие около 200 представителей английской промышленности.

♦ Венесуэла. Спроектированный для Венесуэлы в США исследовательский реактор имеет особое защитное устройство, которое при получении радиосигналов о начале землетрясения от обслуживающих реактор сейсмических станций будет автоматически выключать его.

♦ Дания. Первый в стране исследовательский реактор DZEF достиг критического состояния. В этом гомогенном реакторе в качестве горючего применяется раствор сульфата уранила (обогащение урана—20%). Мощность реактора при отключенной системе охлаждения составляет 5 мт, а при включенной—500 мт.

♦ Италия. США поставят Италии 7000 кг  $U^{235}$  (в смеси с  $U^{238}$ ) для двух атомных электростанций с реакторами типа американского PWR тепловой мощностью 136 и 130 Мвт, а также около 6 кг урана 90%-ного обогащения для исследовательских реакторов. Кроме того, Италии будет передана, проектная документация для пяти исследовательских реакторов разной мощности, которые будут установлены в Милане (два), Пизе, Фраскати и Кальяри.

♦ Канада. Канадский филиал фирмы «Вестингауз» предложил проект реактора HPTR (реактор с горизонтальными трубками под давлением) с замедлителем из тяжелой воды. Предполагается, что

при электрической мощности 311 Мвт он будет давать электроэнергию стоимостью от 1,2 до 0,65 цента/квт-ч, а при последующих технологических усовершенствованиях — меньше 0,65 цента/квт-ч. Высокая экономичность получается за счет большого выгорания топлива — природного урана, движущегося в горизонтальных каналах навстречу друг другу, так что малая реактивность за счет выгоревшего топлива компенсируется большой реактивностью за счет свежего топлива.

♦ Канада. По оценке Комиссии, занимавшейся изучением экономических перспектив Канады, к концу семидесятых или началу восьмидесятых годов стране может потребоваться не менее 50 атомных электростанций мощностью около 100 Мвт каждая. Большую часть электростанций нужно будет строить на юге провинции Онтарио, остальные — в приморских районах и, возможно, на юге провинции Манитоба.

♦ Норвегия. Группа ученых во главе с Э. Ян-сеном и С. Росселандом в Норвежском институте атомной энергии и Астрофизическом институте разработала план работ в области контролируемых термоядерных процессов. План включает постройку установки типа «ЗЭТА».

♦ США. В Принстонском университете под руководством Л. Спитцера строится большая термоядерная установка «Стелларатор» стоимостью 25 млн. долларов, которая позволит получать температуру 50 млн. °К. Строительство будет закончено в 1960 г. Термоядерные работы ведутся также в других научных учреждениях под руководством Д. Така (Лос-Аламосская лаборатория), С. Колгэйт и Р. Поста (Калифорнийский университет), Е. Шипли (Окриджская лаборатория), Н. Розенблата (Институт общей механики в Сан-Диего), Э. Теллера (Ливерморская лаборатория).

♦ США. В Ханфорде предполагается построить опытную атомную энергетическую установку с реактором, в котором горючим будет служить взвесь обогащенного плутонием урана в тяжелой воде. Проектная производительность установки 84,5 т пара в час. В Окриджской и Лос-Аламосской лабораториях проводятся различные исследования по применению плутония, в частности, в Лос-Аламосской лаборатории разрабатывают оборудование из тантала, способное противостоять корродирующему воздействию расплавленного плутония.

♦ США. Три американские фирмы спроектировали высокотемпературный энергетический реактор тепловой мощностью 188 Мвт с газовым теплоносителем. Температура газа (гелия) на выходе из реактора составляет 815°С. Каналы в графитовом замедлителе реактора заполнены шаровыми тепловыделяющими элементами (диаметр 25 мм), изготовленными из гомогенной смеси карбида обогащенного урана и графита. Реактор подобного типа проектируется в ФРГ.

♦ США. В Форт-Грили (96 км южнее Фэрбенкса, Аляска) предполагается начать монтаж армейского транспортабельного реактора APPR-2 электрической мощностью 1700 квт. Этот реактор аналогичен реактору APPR-1, установленному в Форт-Бельвуаре (США, штат Виргиния).



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

♦ **США.** Фирма «Локхид эйкрафт» по соглашению с Комиссией по атомной энергии начала изучение влияния землетрясений на следующие типы реакторов: с водой под давлением, кипящие, натрий-графитовые, на быстрых нейтронах, с газовым охлаждением и гомогенные. После исследования предполагается составить соответствующие рекомендации.

♦ **США.** Атомная подводная лодка «Сивулф» в 1958 г. будет переоборудована. Вместо реактора на промежуточных нейтронах с натриевым теплоносителем будет установлен реактор с водой под давлением.

♦ **США.** Компании «Юнайтед Стейтс индастриз», «Колумбия-пейпэл» и «Карборундум кемикл» предполагают произвести в 1958 г. соответственно 900, 360 и 680 т губчатого циркония, пригодного для использования в реакторах.

♦ **США.** Комиссия по атомной энергии США сообщила, что в 1957 г. добыча  $U_3O_8$  составила 8640 т, из которых 146 т было получено в качестве побочного продукта при переработке фосфоритов Флориды и Иллинойса, а также из эвксенитовых руд. Импорт  $U_3O_8$  в 1957 г. составил 11 826 т.

♦ **США.** Комиссия по атомной энергии впервые выдала лицензию одной из промышленных исследовательских лабораторий на использование четырех отработанных тепловыделяющих элементов из реактора MTR. Через 3, 9 и 300 дней после извлечения из реактора эти тепловыделяющие элементы обеспечивают мощность дозы порядка 2500; 800 и 216 тыс. р/час соответственно.

♦ **США.** В Инлендской лаборатории (Мортон Гроув, штат Иллинойс) установлен полученный из Канады кобальтовый источник активностью 62 100 кюри. Установка, предназначенная главным образом для проверки устойчивости смазок под действием излучения, может быть использована и для других целей. В камере размером  $4,8 \times 4,8 \times 4,6$  м имеется несколько отверстий для доступа внутрь ее и отвода воздуха, окно для наблюдения, а также манипуляторы и мостовой кран.

♦ **Франция.** В атомном центре Сакле под руководством П. Ивона построены термоядерные установки с прямыми и тороидальными камерами, на которых уже получены температуры 1 млн. °К. Прямая разрядная камера строится в другом французском исследовательском центре, расположенном близ Шатильона (в Фонтэн-о-Роз).

♦ **Франция.** С 7 по 12 июля 1958 г. в Париже будет проходить Международная конференция по ядерной физике на тему «Ядерные взаимодействия при низких энергиях и структура ядра». Предварительная программа конференции содержит три раздела: 1) ядерные реакции, 2) модели ядер, 3) слабые взаимодействия. По каждому разделу предполагается заслушать несколько обзорных докладов, охватывающих все оригинальные материалы по соответствующему вопросу, представленные на конференцию. Материалы конференции будут опубликованы. Доклады и дискуссии будут проводиться на французском, английском и русском языках. Адрес оргкомитета конференции: Париж, ул. П. Кюри, 11, Институт радия (Comité d'Organisation du Congrès international de Physique Nucléaire Institut du Radium, 11, rue Pierre — Curie, Paris—5°).

♦ **ФРГ.** Л. Бирман из Института физики Макса Планка объявил о начале термоядерных работ. Работы ведутся в Кильском, Аахенском и Боннском университетах. Работами руководят В. Фукс, Г. Эккер, С. Вайцеккер, А. Шлютер, Л. Бирман и В. Лохте-Хольтгрёвен.

♦ **ФРГ.** Комиссия по атомной энергии одобрила восьмилетнюю программу развития атомной энергии в стране. На осуществление этой программы потребуется 2,2—2,4 млрд. марок.

♦ **Швейцария.** С 30 июня по 5 июля 1958 г. в Женеве будет проходить ежегодная Международная конференция по физике частиц высоких энергий. Организационный комитет конференции возглавляет генеральный директор ЦЕРН С. Дж. Беккер. На конференции будут рассмотрены следующие проблемы: структура нуклонов; столкновения нуклонов с  $\pi$ -мезонами, фотонами, нуклонами и антинуклонами; фундаментальные теории частиц; образование и взаимодействия странных частиц; принципы инвариантности и правила отбора; слабые взаимодействия.

Порядок проведения конференции в этом году будет изменен. Один или два докладчика будут докладывать весь материал по данной проблеме, представленный на конференцию. Затем будет дано время для дискуссии и дополнительных сообщений. Материалы должны быть представлены в Женеву не позже 1 июня.

♦ **Швеция.** К. Зигбан сообщил, что в Упсальском университете построена большая тороидальная установка, подобная английской установке «ЗЭТА», и что весной 1958 г. будет смонтирована установка вдвое больших размеров, чем «ЗЭТА». К. Зигбан возглавляет термоядерные работы в университете. Работы ведутся также в Королевском техническом училище в Стокгольме под руководством Г. Альфена.

♦ **Швеция.** Акционерное общество «Атомная энергия» сообщает, что разработан экономичный метод извлечения урана из шведских сланцев. Компания имеет два завода по переработке урановых руд: один — в центральной Швеции — производит урановые концентраты с ~10% урана из сланцев, содержащих 0,02—0,03% урана; второй — в Стокгольме — производит металлический уран. Общая потребность Швеции в уране определяется в 1960 г. в 20 т и в 1970 г. — более 200 т.

♦ **Япония.** Группа физиков, возглавляемая И. Арата, объявила о том, что ими при разряде в прямой камере получена температура в 1 млн. °К и наблюдалось  $\sim 10^8$  нейтронов на разряд. Установка построена в университете г. Осака, опытами руководил М. Окада.

♦ **Япония.** Организован совет 56 фирм, предлагающий координировать силы различных промышленных групп для постройки в ближайшее время небольшого экспериментального судна с атомным двигателем. План министерства транспорта по постройке в течение 10 лет (с 1956 г.) большого атомного судна не получил полного одобрения. Для экспериментов предполагается использовать реактор с водой под давлением, импортируемый Комиссией по атомной энергии Японии.

# БИБЛИОГРАФИЯ

## Новая литература

### Книги и сборники

Аглинцев К. К. Дозиметрия ионизирующих излучений. Изд. 2-е. Гостехиздат, 1957, 504 стр., 18 р. 60 к.

Второе издание монографии значительно дополнено и расширено (первое издание было выпущено в 1950 г.). Введены главы, посвященные сцинтилляционным, химическим и калориметрическим методам дозиметрии и радиохимическим методам регистрации активности радиоактивных препаратов. Монография рассчитана на научных работников и инженеров, работающих в области дозиметрии.

Труды Четвертой сессии комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций. Изд. АН СССР, 1957, 297 стр., 13 р. 85 к.

В сборнике помещены доклады, освещающие результаты определения абсолютного возраста горных пород. Часть докладов посвящена методике определения абсолютного возраста (радиохимическим, масс-спектрометрическим и другим методам исследования). Сборник рассчитан на научных работников: геологов, радиогеологов, радиохимиков и геохимиков.

Справочник по радиометрии. Для геофизиков и геологов. Под ред. В. И. Баранова. Госгеолтехиздат, 1957, 199 стр., 9 р. 40 к.

В справочнике даны сведения по радиоактивному распаду и свойствам радиоактивных излучений. Табличный и цифровой материал проверен по последним опубликованным источникам. Приведены краткие сведения о радиометрической аппаратуре, методах радиометрии, методах определения абсолютного геологического возраста, распространении радиоактивных элементов в земной коре. Справочник рассчитан на инженеров-геофизиков и геологов, а также студентов соответствующих специальностей.

Уран в Южной Африке, 1946—1956 гг. Сборник в двух томах. Том 1, 546 стр. с иллюстр.; том 2, 483 стр. с иллюстр. Изд. Южно-Африканского института горного дела и металлургии. Йоганнесбург (на англ. яз.).

### Журнальные статьи

Акчурин И. А. Развитие физики анчичастиц. Вopr. философии № 6 (1957).

Арифов У. А. и др. Водозащитная установка для гамма-радиационных исследований с источником  $\text{Co}^{60}$  активностью до 1000 Cu. ДАН УзССР № 10 (1957).

Беликов И. Ф. Метод меченых атомов в научных исследованиях (изучение биологии с.-х. растений). Сов. Приморье № 23 (1957).

Богоявленский А. Ф. и Ведерников А. П. Применение радиоактивных изотопов к изучению кинетики накопления ионов электролита ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) в анодной пленке  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (краткое сообщение). Журнал прикладной химии т. XXX, вып. 12 (1957).

Бромлей Н. В. О применении радиоизотопа фосфора для изучения процессов синтеза и обновления белков. Тр. Моск. вет. акад. т. 21 (1957).

Буров Б. М. и др. Метод нейтрон-нейтронного каротажа для изучения геологического разреза скважин. Геология нефти № 12 (1957).

Вдовенко В. М. Применение радиоактивных методов в аналитической химии. Вестн. Ленингр. ун-та. Серия физики и химии, вып. 4 (1957).

Веденов А. А. О некоторых решениях уравнений гидродинамики плазмы (письмо в редакцию). ЖЭТФ, т. 33, вып. 12 (1957).

Войковский Б. А. и др. Фотометрирование следов заряженных частиц в фотоэмульсии. ПТЭ № 6 (1957).

Володько Л. В. Электронные спектры растворов ураниловых солей. Тр. Ин-та физики и математики АН Белорус. ССР, вып. 2 (1957).

Волфгенг Р. Использование ядерной отдачи для очистки урана от продуктов деления. Химия и хим. технол. Сокр. перев. из ин. период. лит. № 12 (1957).

Голицын Г. С., Станюкович К. П. Некоторые вопросы магнитогазодинамики с учетом конечной проводимости. ЖЭТФ, т. 33, вып. 12 (1957).

Григорьев Е. П. и др. Конверсионный спектр  $\text{Ho}^{160}$ . ДАН СССР, т. 117, № 1 (1957).

Жук Е. Г. Наблюдение за состоянием высшей нервной деятельности у лиц, работавших в условиях радиоактивных излучений. Воен.-мед. ж. № 11 (1957).

Казарновский М. В. Пространственно-энергетическое распределение нейтронов в тяжелом газообразном замедлителе. ЖЭТФ, т. 33, вып. 12 (1957).

## БИБЛИОГРАФИЯ

Калита А. П. О составе обручевита гидратированной ураноиттриевой разновидности пирохлора. ДАН СССР, т. 117, № 1 (1957).

Манджавидзе З. Ш., Чиковани Г. Е. Прямоугольная двоянная камера Вильсона для наблюдения нестабильных тяжелых частиц. ПТЭ № 6 (1957).

Остроумов В. И., Филов Р. А. Об угловой корреляции между осколками и заряженными частицами, испускаемыми при делении ядер урана. ЖЭТФ, т. 33, вып. 12 (1957).

Портной К. И. и Самсонов Г. В. Свойство тройных диборидов титана, хрома и циркония. ДАН СССР, т. 116, № 6 (1957).

Пушкарёв В. В. и др. Охрана водоемов от загрязнения радиоактивными веществами. Гигиена и санитария № 11 (1957).

Сергеев С. Н. Влияние физической тренировки на развитие компенсаторно-приспособительных реакций организма (к лучевой болезни). Воен.-мед. ж. № 11 (1957).

Степанов В. А. Десорбция некоторых осколочных радиоэлементов из данных отложений. Гигиена и санитария № 11 (1957).

Третьяков Е. Ф. и др. Тороидальный бета-спектрометр для исследования конверсионного излучения, сопровождающего альфа-распад. ПТЭ № 6 (1957).

Финкельштейн Я. Б. и др. Опыт применения трития в качестве индикатора для изучения динамики подземных вод. ДАН СССР, т. 116, № 4 (1957).

Фиолетова А. Ф. Об экспрессном люминесцентном определении урана в растворах. Ж. аналит. химии, т. 12, вып. 6 (1957).

Щербина В. В. Поведение урана и тория в условиях сульфатно-карбонатной и фосфатной сред зоны гипергенеза. Геохимия № 6 (1957).

Эйг Л. С., Чайковский В. Г. О сроке службы счетчиков радиоактивного излучения с аргон-метилалевым наполнением. ПТЭ № 6 (1957).

## Иностранные журналы

Aten A.H.W. Jr., Beers M. J. and de Groot D. C. J. Inorg. and Nucl. Chem. 5, 3, 159 (1958). Реакции Спиларда — Чалмерса и связанные с ними процессы в окислах-I. Химическое состояние  $U^{239}$  в  $U_3O_8$ , облученной нейтронами.

Aten A.H.W. Jr., Schenck P. A. and Ohm H. J. Inorg. and Nucl. Chem. 5, 3, 161 (1958). Реакции Спиларда — Чалмерса и связанные с ними процессы в окислах-II. Химическое состояние метастабильного  $Pb^{204}$  в  $Pb_3O_4$ , облученной нейтронами.

Danon J. J. Inorg. and Nucl. Chem. 5, 3, 237 (1958). Разделение тория и редкоземельных элементов в азотнокислой среде методом анионного обмена.

Engineer 205, 5319, 5 (1958). Атомная энергия в 1957 г.

Engineer 205, 5319, 8 (1958). Критический обзор установок ядерной энергетики.

Francois C. A. Analyt. Chem. 30, 1, 50 (1958). Быстрый спектрофотометрический метод определения миллиграммовых количеств урана.

Fried S., Westrum E. F., Baumbach H. L. and Kirk P. L. J. Inorg. and Nucl. Chem. 5, 3, 182 (1958). Микрометаллургия плутония и получение металла в микромасштабе.

Hellstrand E. J. Appl. Phys. 28, 12, 1493 (1958). Измерения эффективного резонансного интеграла металлического урана и окиси урана для разных геометрических условий.

Hurotoshi Sano and Reiko Shio-mi. J. Inorg. and Nucl. Chem. 5, 3, 251 (1958). Разделение ниобия и циркония с помощью катионного обмена.

Klemm A. Angewandte Chemie № 1, 21 (1958). Литий в ядерной технике.

Willoughby R. M., Burton A. Nuclear Power 3, 21, 30 (1958). О возможностях работы малогабаритных циклонов.

## ПОПРАВКИ

К статье А. Е. Глаубермана, И. И. Тальянского «О распределении нейтронов в средах с заданными свойствами при цилиндрической границе раздела» (Атомная энергия III, № 7, стр. 23).

1. Формула 29 стр. 25 должна иметь следующий вид:

$$\Phi_{1c}^*(r, z) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} K_0(\zeta_{1c} R) I_0(\zeta_{1c} r) f_{1c}(\eta) e^{i\eta z} d\eta,$$

$$\Phi_{1r}^*(r, z) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} K_0(\zeta_{1r} R) I_0(\zeta_{1r} r) f_{1r}(\eta) e^{i\eta z} d\eta.$$

2. Выражение для  $\Phi_{2l}^*(r, z)$  (стр. 26) должно иметь следующий вид:

$$\Phi_{2c}^*(r, z) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} K_0(\zeta_{2c} R) I_0(\zeta_{2c} r) f_{2c}(\eta) e^{i\eta z} d\eta,$$

$$\Phi_{2r}^*(r, z) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} K_0(\zeta_{2r} R) I_0(\zeta_{2r} r) f_{2r}(\eta) e^{i\eta z} d\eta.$$

Техн. редактор Г. Л. Усачев

Старший редактор А. И. Артемьев

Корректор Г. В. Сидорова

Сдано в набор 25/II 1958 г. Подписано к печати 1/IV 1958 г. Бумага 84×108/16. Физ. печ. л. 4,5+1 вкладка. Условн. печ. л. 7,38. Уч.-изд. л. 7,59. Тираж 10185 экз. Т-02830. Цена 8 руб. Заказ 87.

16-я типография Московского городского Совнархоза. Москва, Трехпрудный пер., 9.



# Атомная энергия

\_\_\_\_ МАЙ \_\_\_\_  
1958

## 原子能雜誌

第4卷 第5期 (1958年)

### 論 文

地球岩層及隕石的同位素組分 . . . . .	409
應用原子能的遠景 . . . . .	417
在液體金屬內的熱交換 . . . . .	422
對利用特制的重混凝土探防禦射線的經濟價值的估計 . . . . .	437
$\alpha$ -鉛的變形系統 . . . . .	443
選擇高能直線電子加速器的基本參數的依據 . . . . .	448
用快質子轟擊錫的次級核反應 . . . . .	455
鈾的碎片混合物的劑量學特性 . . . . .	461

### 給編輯部的信

核分裂時的氬致輻射 . . . . .	465
閃爍計數器上用的新型光電倍增管 . . . . .	466
採用無機玻璃質為窗底制造穩定的 $\alpha$ 、 $\beta$ 及 $\gamma$ 放射源方法 . . . . .	469
計入自吸收的直角平六面體的輻射場 . . . . .	470
同步迴旋加速器的輻射使空氣活化的問題 . . . . .	471
利用 $\gamma$ 射線的衰減來測定南極冰和雪密度的實驗 . . . . .	474
在同一輸油總管內依次噴送各種石油產品時的放射測量檢查法 . . . . .	475

科技新聞 . . . . . 478

最新文獻 . . . . . 497

## Atomnaya Energiya

volume 4, number 5 (1958)

### CONTENTS

#### ARTICLES

A. P. Vinogradov. The isotopic compositions of terrestrial and meteoritic rocks . . . . .	409
J. Cockcroft. The future of atomic energy . . . . .	417
S. S. Kutateladze, V. M. Borishanskii and I. I. Novikov. Heat transfer to liquid metals . . . . .	422
A. N. Komarovskii. The economics of heavy concrete as a radiation shield . . . . .	437
Iu. N. Sokurskii and L. N. Protsenko. The modes of deformation of $\alpha$ -zirconium . . . . .	443
G. A. Zeitlenok, V. V. Rumiantsev, V. L. Smirnov, L. P. Fomin, V. K. Khokhlov, I. A. Grishaev and P. M. Zeidlits. The rationale of high-energy linear-electron accelerators design . . . . .	448
M. Ia. Kuznetsova, V. N. Mekhedov, V. A. Khalkin. Secondary nuclear reactions which occur during the fast proton bombardment of tin . . . . .	455
K. K. Aglintsev, A. N. Gorobets, V. P. Kasatkin and E. S. Kondakova. Dosimetric characteristics of the radiation from fission fragments in uranium . . . . .	461

#### LETTERS TO THE EDITOR

A. I. Alekseev. Bremsstrahlung observed in conjunction with nuclear fission . . . . .	465
A. G. Berkovskii. A new photomultiplier for scintillation counters . . . . .	466
D. M. Ziv, G. S. Sinitsyna, I. A. Efros and E. A. Volkova. A method of preparing stable alpha-, beta and gamma-sources using inorganic enamels . . . . .	469
L. N. Posik. The radiation field of a rectangular parallelepiped, allowing for self-absorption . . . . .	470
M. M. Komochkov and V. N. Mekhedov. Activation of the air by radiation from a synchrocyclotron . . . . .	471
O. K. Vladimirov and V. A. Chernigov. An attempt to use gamma-ray absorption to measure ice and snow densities in Antarctic conditions . . . . .	474
B. Z. Votlokhin, A. Z. Dorogochinskii and N. P. Mel'nikova. A radiometric method of monitoring for interfaces between different varieties of oil products pumped through a single pipeline . . . . .	475

NEWS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY . . . 478

BIBLIOGRAPHY . . . . . 497

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР  
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

# Атомная энергия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, В. И. ВЕКСЛЕР,  
А. П. ВИНОГРАДОВ, Н. А. ВЛАСОВ (зам. главного редактора),  
В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Ф. КАЛИНИН, А. К. КРАСИН,  
Г. В. КУРДЮМОВ, А. В. ЛЕБЕДИНСКИЙ, А. И. ЛЕЙПУНСКИЙ,  
И. И. НОВИКОВ (главный редактор),  
Б. В. СЕМЕНОВ (ответственный секретарь), В. С. ФУРСОВ

МАЙ  
ТОМ 4 1958 ВЫП. 5

Адрес редакции: Москва, Центр, ул. Кирова, 18.  
Телефон для справок: Б 8-03-44

Техн. редактор Г. Л. Усачев

Старший редактор А. И. Артемьев

Корректор Э. В. Смирнова

Сдано в набор 20/III 1958 г. Подписано к печати 29/IV 1958 г. Бумага 84×108/16. Физ. печ. л. 6+1 вклейка и 1 вкладка. Условн. печ. л. 9,84. Уч.-изд. л. 10,3. Тираж 10180 экз. Т02698. Цена 8 руб. Заказ № 133.

16-я типография Московского городского Совнархоза. Москва, Трехпрудный пер., 9.

## СОДЕРЖАНИЕ

## СТАТЬИ

<i>А. П. Виноградов.</i> Изотопный состав пород Земли и метеоритов . . . . .	409
<i>Дж. Кокрофт.</i> Перспективы использования атомной энергии . . . . .	417
<i>С. С. Кутателадзе, В. М. Боришанский, И. И. Новиков.</i> Теплообмен в жидких металлах . . . . .	422
<i>А. Н. Комаровский.</i> Оценка экономической целесообразности применения специальных тяжелых бетонов для защиты от излучений . . . . .	437
<i>Ю. Н. Сокурский, Л. Н. Проценко.</i> Системы деформации $\alpha$ -циркония . . . . .	443
<i>Г. А. Зейтленок, В. В. Румянцев, В. Л. Смирнов, Л. П. Фомин, В. К. Хохлов, И. А. Гришасев, П. М. Зейдлиц.</i> Основания для выбора основных параметров линейных ускорителей электронов на большие энергии . . . . .	448
<i>М. Я. Кузнецова, В. Н. Мехедов, В. А. Халкин.</i> Вторичные ядерные реакции при бомбардировке олова быстрыми протонами . . . . .	455
<i>К. К. Аглинцев, А. Н. Горобец, В. П. Касаткин, Э. С. Кондакова.</i> Дозиметрические характеристики смеси осколков деления урана . . . . .	461

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

<i>А. И. Алексеев.</i> Тормозное излучение при делении ядер . . . . .	465
<i>А. Г. Берковский.</i> Новый фотоэлектронный умножитель для сцинтилляционных счетчиков . . . . .	466
<i>Д. М. Зив, Г. С. Синицына, И. А. Эфрос, Е. А. Волкова.</i> Метод изготовления устойчивых $\alpha$ -, $\beta$ - и $\gamma$ -радиоактивных источников на основе неорганических эмалей . . . . .	469
<i>Л. Н. Посик.</i> Поле излучения прямоугольного параллелепипеда с учетом самопоглощения . . . . .	470
<i>М. М. Комочков, В. Н. Мехедов.</i> Активация воздуха излучениями от синхротронного излучения . . . . .	471
<i>О. К. Владимиров, В. А. Чернигов.</i> Опыт использования ослабления $\gamma$ -лучей для определения плотности льда и снега в условиях Антарктиды . . . . .	474
<i>Б. З. Вотлахин, А. З. Дорогощинский, Н. П. Мельникова.</i> Радиометрический метод контроля последовательных перекачек различных сортов нефтепродуктов по одному магистральному трубопроводу . . . . .	475

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Фазотрон ЦЕРН на 600 Мэв (478). Аккумуляция энергии излучения в графите (480). О поведении плутония в сплавах (482). Некоторые вопросы извлечения урана из руд (484). Крупнейшее предприятие по добыче и переработке урановых руд в капиталистических странах (486). «Пронто-реакция» П. Рамдора (488). Сырьевая база урана в капиталистических странах (489). Сопещение по применению радиоактивных изотопов в аналитической химии (493). К р а т к и е с о о б щ е н и я (495)

## БИБЛИОГРАФИЯ

Полезный сборник переводов (497). Список новой литературы (498)



## Изотопный состав пород Земли и метеоритов \*)

А. П. Виноградов

В лекции приводятся обширные данные об изотопном составе серы, кислорода, углерода и легких газов в железных, железо-каменных и каменных метеоритах. Делается сопоставление изотопного состава этих элементов, метеоритов и различных материалов земной коры. Сравнительный анализ этих данных приводит автора к ряду важных выводов в области геохимии и космохимии. В частности, рассматривая процесс разделения изотопов в земной коре как результат дифференциации вещества Земли, автор делает заключение об отсутствии процессов дифференциации вещества метеоритов (где такое разделение изотопов не наблюдается), а следовательно, и о происхождении всех видов метеоритов в результате скопления первичной космической пыли.

В подавляющем числе случаев химические элементы представляют механическую смесь изотопов. И, как мы знаем, в космосе распространены одни и те же химические элементы — одни и те же изотопы. С известной долей вероятности, исходя из некоторых теоретических соображений и эмпирических данных о составе Земли, метеоритов и звезд, можно было построить кривую зависимости распространенности атомных ядер в космосе от их массового числа. Эта кривая, в частности, указывает на огромное преобладание в космосе легких элементов, легких атомных ядер. Вместе с тем, несмотря на то что наши знания о составе космических тел еще далеки от совершенства, сегодня мы должны считаться с несомненно различным распределением, в частности, химических элементов даже в пределах планет нашей солнечной системы. С еще большей определенностью можно говорить о различном относительном содержании изотопов легких элементов на планетах и в звездах. Открытие так называемого углеродно-азотного и протон-протонного циклов не только объяснило возможность изменения изотопного состава водорода, углерода, азота, кислорода и других легких элементов в некоторых звездах,

но и вызвало поиски в этом направлении. И, как вы знаете, в результате их были найдены изотопные смещения для водорода, углерода, кислорода и других легких элементов в различных типах звезд.

Очевидно, мы недалеко от истины, когда повторяем, что в галактике происходит непрерывная эволюция ядерного состава космических тел. Причиной этих нарушений изотопных отношений в различных звездах являются термоядерные процессы, звездный нуклеогенез. Но возникает вопрос: объясняются ли только этим первичным «горячим» процессом всевозможные изменения изотопных отношений, которые ныне мы наблюдаем в космических телах?

Именно только к этой стороне вопроса я и хотел сейчас привлечь ваше внимание.

Изотопные изменения, идущие в холодных космических телах, несоизмеримо малы по своей продуктивности, по своему конечному эффекту по сравнению со звездным нуклеогенезом. И, может быть, о них не стоило бы говорить, если бы как угодно малые изменения изотопного состава, например в изверженных породах земной коры или метеоритах, в известной мере не указывали бы на определенные процессы, которые привели к образованию земной коры, ее пород или различных классов метеоритов. Вот почему я решил изложить перед вами некоторые результаты сравнительного изучения изо-

\*) Лекция, прочитанная в сентябре 1957 г. в Париже на Международной конференции по применению радиоактивных изотопов в научных исследованиях.

А. П. ВИНОГРАДОВ

топного состава, единственно доступного сегодня для непосредственного изучения космического материала, а именно, наиболее глубинных изверженных горных пород Земли и вещества метеоритов.

Прежде чем это сделать, я должен очень кратко напомнить, что такое земная кора и различные классы метеоритов.

Земля состоит из ряда концентрических оболочек: атмосферы, гидросферы, биосферы, литосферы, мантии Земли.

Земная кора, или литосфера — поверхностная твердая оболочка, в свою очередь состоит из гранитного и базальтового слоев. Базальтовый слой покрывает всю Землю. Гранитный слой покрывает около половины поверхности Земли. Он отсутствует на дне Тихого океана и, по-видимому, в глубоких впадинах других океанов. Мощность базальтового слоя в среднем около 15—25 км, под океаном она заметно меньше. Гранитный слой достигает максимума 15—20 км на континентах. Земная кора выделяется в структуре Земли не только по химическому составу, но и по сейсмическим свойствам. На глубине около 40 км она отделяется так называемым слоем Мохоровичича от нижележащих пород мантии. Породы мантии Земли, например дуниты, по составу приближающиеся к составу молекулы оливина, иногда достигают поверхности Земли, выполняя зоны наиболее глубоких разломов земной коры. Сверху земная кора прикрыта чехлом осадочных пород.

Наиболее вероятно, что земная кора, ее изверженные породы образовались за геологическое время в результате выплавки вещества мантии Земли. При этом, по-видимому, для создания высоких концентраций ряда химических элементов в изверженных породах земной коры, например в гранитах, была мобилизована значительная мощность вещества мантии. Состав пород мантии, как это принимается с теми или иными несущественными оговорками большинством ученых, идентичен по химическому составу каменным метеоритам, а именно, хондритам. Впервые мысль об идентичности состава железных метеоритов с ядром Земли, каменных метеоритов — хондритов с наиболее глубинными ультраосновными породами мантии Земли и т. д. была высказана более 100 лет назад французским ученым минералогом Г. О. Добре, академиком Французской ака-

демии наук и членом-корреспондентом Российской академии наук.

Несколько слов о метеоритах.

Все метеориты относятся к трем основным классам: а) каменным; б) железо-каменным; в) железным. Среди каменных преобладают так называемые хондриты. По химическому составу они ближе всего к ультраосновным породам Земли. Наиболее интересной особенностью, отличающей их от изверженных пород Земли, является структура. Они сложены из так называемых хондр — застывших капелек силикатного вещества (рис. 1 и 2).

Эти хондры сцементированы осколками или пылевыми частицами самих разрушенных хондр. Среди цемента хондритов находятся в виде металлической губки железо-никелистый сплав (в среднем около 12% от веса каменного метеорита) и включения троилита FeS.

Железо-каменные метеориты, в частности так называемые палласиты, представляют собой губку металлического железа, в которую включены хондры силикатного вещества (главным образом оливина, энстатита).

Железные метеориты содержат в среднем около 8% никеля. Наиболее обычными включениями их являются троилит FeS и шрейберзит (Fe,Ni)<sub>3</sub>P и др.

Главная масса железа в метеоритах находится в двух фазах — камасите и таните, которые и определяют характер структуры и состава железных метеоритов (рис. 3).

Следующая коротенькая статистика, в свое время составленная Уотсоном, дает представление о количественном соотношении между каменными и другими классами метеоритов и их прочности в условиях Земли (табл. 1).

Таблица 1  
Статистика падений и находок разных классов метеоритов

Название метеоритов	Найдено	Упало
	число случаев	
Железные метеориты .	409	29
Железо-каменные метеориты . . . . .	46	6
Каменные метеориты .	165	547
Итого . . .	620	582

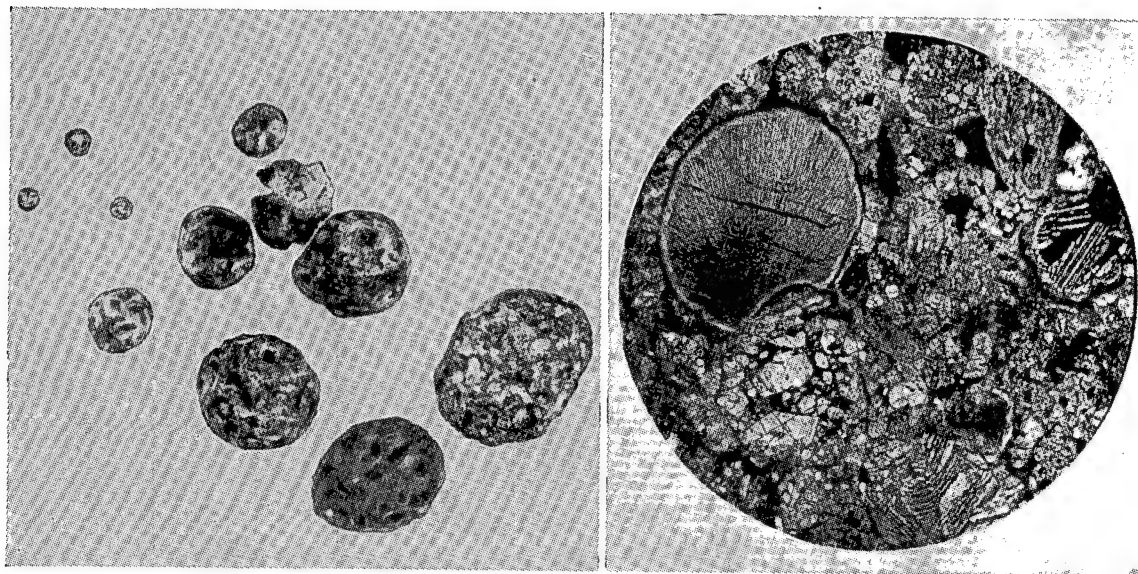


Рис. 1. Хондры из метеорита (Никольское) ( $\times 4,5$ ).

Рис. 2. Хондры. Вид под микроскопом, в проходящем свете ( $\times 20$ ).

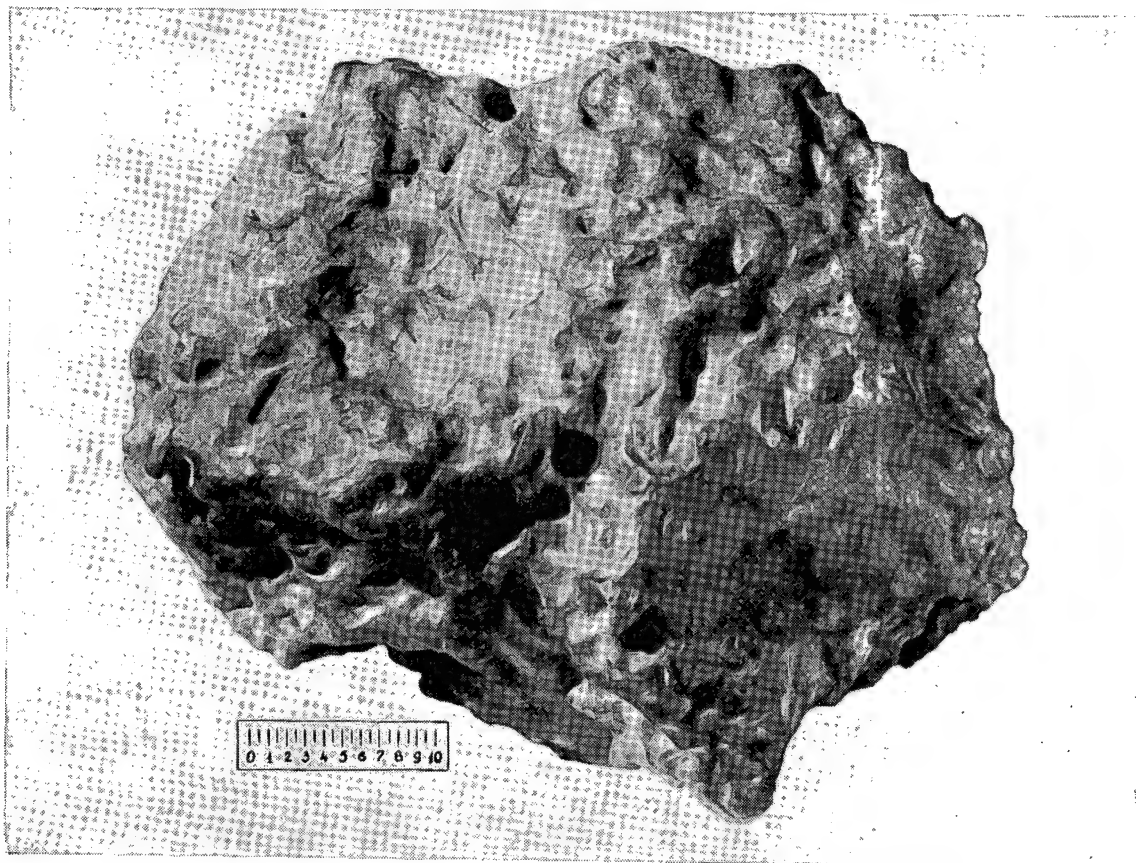


Рис. 3. Кусок железного метеорита (Сихотэ-Алинь). Вид с поверхности.



## ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ПОРОД ЗЕМЛИ И МЕТЕОРИТОВ

Теперь мы можем вернуться к изотопному составу ряда элементов, которые наблюдаются в изверженных горных породах Земли и метеоритах.

Можно говорить о трех главных процессах, которые ведут к нарушению изотопных отношений в породах Земли и метеоритах:

1. Радиоактивный распад урана, тория,  $K^{40}$  и др.

2. Спонтанное деление урана, тория и ядерные превращения, порожденные  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -излучением урана, тория и др. Ядерные реакции, идущие под влиянием космического излучения нейтронов.

3. Нарушение отношений стабильных изотопов либо в результате изотопного обмена и других аналогичных процессов разделения, либо вследствие примешивания стабильных изотопов радиогенного и другого происхождения.

Что касается естественнорadioактивных веществ, то за очень малым исключением среди всех химических элементов имеются радиоактивные изотопы, либо какая-то часть стабильных изотопов, которые являются конечными продуктами радиоактивного распада соседних радиоактивных изотопов.

Существенную роль в изменении изотопного состава играют здесь в первую очередь конечные продукты радиоактивного распада семейств: уранового, актиноуранового, ториевого и, возможно, нептуниевого ряда, а именно: свинец, гелий, а также продукты превращения  $K^{40} \rightarrow E \rightarrow Ar^{40}$  и еще около 20 других аналогичных пар:  $Rb^{87} \rightarrow Sr^{87}$ ;  $Sm^{147} \rightarrow Nd^{143}$ ;  $Bi^{209} \rightarrow Tl^{205}$  и т. д. Но, как теперь достаточно известно, этими первичными процессами радиоактивного распада не ограничивается влияние радиоактивных элементов на состав горных пород и метеоритов. Под влиянием излучений  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучей естественнорadioактивных элементов в породах и минералах в свою очередь возникают в подходящих геохимических ассоциациях элементов разнообразные вторичные ядерные процессы, например типа  $(\alpha, n)$  и  $(\alpha, 2n)$  на легких ядрах бериллия, лития, бора и др. Действительно, у нас еще В. Г. Хлопин наблюдал повышенное содержание гелия именно в пегматитовых минералах, богатых либо бериллием, либо литием, бором и т. д. В редкометалльных пегматитах, содержащих уранинит или ториевые минералы, не исключено образование природного источника ней-

тронов, подобных  $Be-Ra$  или  $Be-Po$  и т. п. Появление нейтронов в веществе пород и минералов в свою очередь вызывает реакцию захвата нейтронов. В настоящее время обнаружены природные ядерные реакции на  $(n, \alpha)$ ,  $(n, p)(n, \gamma)$  и т. д. для ряда элементов, например  $U^{235+n}$ , которая приводит к делению урана. Как мы увидим несколько позже, эта реакция деления  $U^{235+n}$  по продуктивности в природе конкурирует с реакцией спонтанного деления урана и тория. В свою очередь они образуют в природных условиях большую гамму осколков деления. Позже я вернусь к продукции в породах и минералах инертных газов в результате спонтанного деления  $U^{238}$  и  $U^{235+n}$ . Совершенно так же возникают и вторичные реакции по типу  $(\gamma, n)$  и  $(\gamma, 2n)$  или  $(\gamma, n, p)$  с бериллием или другими ядрами.

Из этого обширного круга радиоактивных превращений некоторые были практически использованы для геологических целей, например для определения абсолютного геологического возраста минералов, пород, коры Земли, возраста Земли или возраста метеоритов. Многие другие цепочки еще требуют детального изучения.

Преследуя основную цель моего выступления, я остановлюсь несколько подробнее лишь на одном или двух примерах распределения некоторых изотопов, возникших в результате ядерных природных процессов в изверженных породах и метеоритах.

Первый пример — изменение изотопного состава свинца и инертных газов в породах и метеоритах. Свинец имеет четыре стабильных изотопа: космический 204, количество которого не растет в изверженных породах, радиогенные 206, 207 и, по-видимому, частично радиогенный и частично космический 208. Изучение изотопного состава свинца железных метеоритов позволило наиболее достоверно определить возраст вещества метеоритов, так как свинец в метеоритах не теряется, а процессы, которые могли бы нарушить его изотопный состав, практически отсутствуют. Далее, на основе нескольких сот определений изотопного состава рудного свинца различного геологического возраста удалось впервые, так сказать, экспериментально оценить возраст Земли. Но наиболее существенным достижением, полученным с помощью изотопного анализа руд и пород свинца, является доказательство отсутствия



в коре или мантии Земли рудного слоя, постоянного депо с одинаковым изотопным составом рудного свинца (аналогично и депо других рудных элементов). Любой рудный свинец отторгается в то или иное геологическое время от магмы или пород Земли и в своем изотопном составе хранит метку времени. Больше того, изотопный состав свинца, находящегося всегда в следах в любых других рудах — железа, меди и т. д., оказывается также метчиком времени процесса отторжения этой руды от пород или магмы. И интересно, что полученные ныне в обширном количестве данные по изотопному составу рудного свинца разного геологического возраста и из разных мест указывают на консолидацию рудного процесса во времени в пределах ограниченного числа тектономагматических циклов земной коры, правда, с довольно большой дисперсией. Мы невольно при этом вспоминаем ранние идеи о металлогенических эпохах Земли. Еще только положено начало использованию изотопных отношений для раскрытия руд-

тах и гранитах на основе законов радиоактивных превращений, несомненно, логически приведет к ответу на вопрос об отношениях базальтов к гранитам — этому сложному и всегда злободневному геологическому вопросу.

В связи с этим я хотел бы обратить внимание на одну любопытную деталь поведения свинцов в каменных метеоритах, базальтах и гранитах (рис. 4).

Если мы, исходя из современного изотопного состава свинца каменных метеоритов, базальтов или гранитов любого геологического возраста, будем экстраполировать возможные изотопные отношения для любой пары изотопов свинца, например  $Pb^{207}/Pb^{204}$ , в прошлое, то получим кривые, изображенные на рис. 4. Кривые для каменных метеоритов и базальтов идут параллельно (вдоль кривой «возраст Земли»). Кривые  $Pb^{207}/Pb^{204}$  для гранитов очень быстро обрываются. Дальнейшая экстраполяция их приобретает абсурдный характер. Эти кривые указывают, как мне кажется, на то, что материал ультраосновных и основных пород Земли, как и каменных метеоритов, является более «древним», более «первичным», относительно мало претерпевшим изменения и имеет мало нарушенное изотопное отношение свинцов. Материал гранитов претерпел сравнительно более значительные изменения с нарушенным по сравнению с «первичным» нормальным изотопным составом свинца. Это в общем деталь, но она в какой-то мере указывает на характер отношений вещества базальтов к веществу гранитов.

Другой пример — изотопный состав инертных газов: гелия, неона, аргона, криптона и ксенона — в породах и метеоритах (табл. 2). В их образовании участвуют не только радиоактивный распад урана, тория,  $K^{40}$  и деление урана и тория, но и, по крайней мере для метеоритов, реакция глубокого отщепления, идущая под влиянием космического излучения. Поэтому все эти процессы, порождающие инертные газы в породах и метеоритах, я буду рассматривать вместе. Под влиянием ударов космических частиц протонов и др., а также под влиянием вторично возникших нейтронов и мезонов в веществе метеоритов и на поверхности Земли (главным образом в атмосфере) возникают новые радиоактивные и нерадиоактивные ядра. Химический состав атмосферы и, в частности, изотопный состав ее инертных газов, как мы сейчас

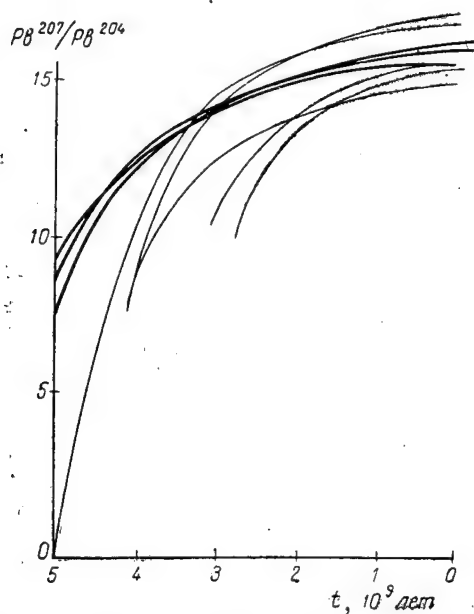


Рис. 4. Изменение  $Pb^{207}/Pb^{204}$  во времени. Жирные линии — в ультраосновных, основных породах и в каменных метеоритах; тонкие линии — в кислых породах — гранитах.

ного процесса в земной коре. Мне представляется, что изучение распределения радиоактивных элементов и их продуктов в базаль-

## ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ПОРОД ЗЕМЛИ И МЕТЕОРИТОВ

увидим, отражают состав газов изверженных пород. Больше того, мы принимаем, что многие газы в атмосфере являются результатом дегазации Земли в течение всего геологического времени. Поэтому, зная пай инертных газов, приносимых в атмосферу в результате воздействия космического излучения, мы можем представить состав этих газов из глубинных пород Земли. Что касается действия космического излучения и изотопного состава, в частности, инертных газов метеоритов, то это зависит в первую очередь от их размеров: чем метеорит меньше, тем он больше простреливается космическими частицами, так сказать, насквозь. Таким образом, накопление инертных газов и других продуктов ядерных реакций с космическими частицами зависит от глубины, т. е. положения вещества метеорита — или на его поверхности, или в глубине первичного метеорита. Оно зависит также от длительности облучения метеорита, его возраста, интенсивности облучения и химического состава метеорита.

Гелий, наиболее преобладающий из инертных газов, образуется как радиогенным путем, так и под влиянием действия космических частиц на вещество. Он имеет два изотопа:  $\text{He}^3$  и  $\text{He}^4$ . В атмосфере Земли, в газах и породах, где  $\text{He}^4$  образовался радиогенным путем, его в  $10^8$  раз больше, чем  $\text{He}^3$ . Изотоп  $\text{He}^3$  возникает в атмосфере по реакции  $\text{N}^{14} + n^0 \rightarrow 3\text{He}^4 + \text{T}^3(\text{He}^3)$  (или по другой, аналогичной) и заметно не увлекается породами Земли. В каменных метеоритах  $\text{He}^4$  возникает в результате радиоактивного распада урана и тория и вместе с  $\text{He}^3$  — в результате воздействия космического излучения на вещество метеорита. Отношение  $\text{He}^3/\text{He}^4$  в каменных метеоритах довольно дисперсно и колеблется около 0,02. Наконец, в железных метеоритах, где под влиянием удара космической частицы идет испарение ядер железа; образуются также и  $\text{He}^3$  и  $\text{He}^4$ . Но содержание урана и тория в железных метеоритах ничтожно мало, и, как показал Панет и др., мы имеем отношение  $\text{He}^3/\text{He}^4 = 0,3$ . С глубиной метеорита количество гелия может уменьшаться и  $\text{He}^3/\text{He}^4$  будет несколько изменяться. Таким образом, породы Земли, каменные метеориты и железные метеориты различаются по  $\text{He}^3/\text{He}^4$  как в качественном, так и в количественном отношениях (табл. 2).

Несколько иначе ведут себя изотопы неона и аргона.

Таблица 2

Изотопный состав некоторых инертных газов атмосферы, изверженных пород и метеоритов

Название материала	$\text{Ar}^{40}/\text{Ar}^{36}$	$\text{Ar}^{38}/\text{Ar}^{36}$	$\text{Ne}^{21}/\text{Ne}^{20}$	$\text{Ne}^{22}/\text{Ne}^{20}$	$\text{He}^3/\text{He}^4$
Атмосфера Земли . . .	296	0,187	0,00283	0,097	$\sim 1 \cdot 10^{-6}$
Изверженные породы . . .	—	0,5	—	—	$\sim 1 \cdot 10^{-7}$
Каменные метеориты . .	—	0,6	0,6	0,6	0,02
Железные метеориты .	—	1,6	0,89	0,98	0,3

Происхождение изотопного состава неона атмосферы и, следовательно, изверженных пород достаточно не изучено. Не ясны еще все те реакции, которые приводят к изотопному составу атмосферы. В атмосфере резко преобладает  $\text{Ne}^{20}$  (90,9%).

Поскольку многими исследователями было показано, что  $\text{Ne}/\text{Ar}$  для атмосферы ( $1,7 \cdot 10^{-3}$ ), изверженных пород ( $3,8 \cdot 10^{-3}$ ) и природных газов — струй ( $2,5 \cdot 10^{-3}$ ) имеет практически одинаковое значение и, как мы можем еще заметить, что  $\text{Ne}/\text{Ar}$  в каменных метеоритах того же порядка, то можно допустить, что изотопный состав неона Земли есть результат частично деления урана и частично нейтронных реакций с кислородом и фтором. Но, как мы нашли, в железном метеорите Сихотэ-Алинь отношения изотопов неона совершенно иные. Здесь изотопы неона являются также остаточными ядрами от испарения ядер железа под ударами космических частиц. Отношение между тремя изотопами близко к единице. В железном метеорите Сихотэ-Алинь наблюдалось, что количество неона с глубиной несколько уменьшалось без заметного изменения отношения изотопов. Примерно такое же отношение изотопов неона найдено и для каменных метеоритов. В каменных метеоритах в реакцию с космическими частицами вступают преимущественно более легкие ядра, чем железо, поэтому возможно, что вследствие этого изотопный состав неона (так же как и аргона) несколько изменяется.

В породах (а отсюда в атмосфере) преобладает  $\text{Ar}^{40}$  и основным источником его является процесс  $\text{K}^{40} \rightarrow E \rightarrow \text{Ar}^{40}$ . Отношение



А. П. ВИНОГРАДОВ

$Ar^{38}/Ar^{36}$  в радиоактивных минералах (нейтронные реакции) и в породах приближается к 0,5. Эти два главных источника изотопов аргона и образуют аргон атмосферы. Герлинг предполагает, что источником  $Ar^{38}$  может быть и изомер  $K^{38}$ . Накопление в каменных метеоритах  $Ar^{40}$  зависит от их возраста и также является результатом распада ядер  $K^{40}$ .  $Ar^{36}$  и  $Ar^{38}$  возникают при испарении ядер железа и еще более легких ядер каменного метеорита. Поэтому отношения  $Ar^{38}/Ar^{36}$  в железных и каменных метеоритах должны быть близки. В железных метеоритах с глубиной наблюдается пониженное содержание  $Ar^{36}$  и  $Ar^{38}$  (а также и  $Ar^{40}$ ).

Несколько слов о тяжелых инертных газах. Тоде и др. показали, что источником ряда изотопов ксенона и криптона на Земле являются два конкурирующих процесса: спонтанное деление  $U^{238}$  и деление  $U^{235}$  на нейтронах. Изотопный состав  $He+Kr$  из радиоактивных минералов лежит между значениями этих двух процессов. При этом в природных процессах наблюдается сдвиг выходов этих газов в сторону тяжелых изотопов. Поэтому газы урановых и других минералов имеют  $He/Kr=5$ . Хотя газы изверженных пород и атмосферы имеют практически одинаковое отношение  $He+Kr/Ar$  ( $1,9 \cdot 10^{-4}$  и  $1,2 \cdot 10^{-4}$ ), изотопный состав ксенона и криптона атмосферы резко отличен, отлично и  $He/Kr=0,08$ .

Наконец, об изотопных отношениях стабильных изотопов в изверженных породах и метеоритах. Как и нужно было ожидать из термодинамических соображений, наибольший эффект разделения изотопов в природных условиях наблюдается у легких элементов. В породах литосферы локально наблюдаются достаточно заметные изменения изотопных отношений для серы, кислорода, углерода, водорода, азота, бора и др. Легко предположить, что причиной нарушения изотопных отношений в природных условиях являются различные физико-химические процессы, происходящие в земной коре (и хорошо воспроизводимые в лабораториях), например испарение, диффузия и т. п. Однако наблюдение и опыт показали, что обычной причиной изменения изотопных отношений и стабильных изотопов в природе является изотопный обмен. Он идет в парах, жидкостях и расплавах. Как хорошо известно, константа равновесия

в этом обмене с ростом температуры приближается к единице, т. е. с увеличением температуры разделение изотопов становится за некоторым исключением все более маловероятным. Геологические масштабы времени вполне достаточны, чтобы этот изотопный обмен пришел в равновесное состояние, например при остывании магмы. Таким образом, изотопное отношение для разных стабильных изотопов пород по существу является местным геологическим термометром процесса, если только он не испорчен позже изотопным обменом застывшей породы со средой.

Мы нашли, что сера железных и сера каменных метеоритов совершенно идентичны по изотопному составу. Изотопный состав серы изверженных пород земной коры, высокотемпературных сульфидных руд и метеоритов дал значительную дисперсию (табл. 3).

Таблица 3  
Средние данные для изотопного состава серы изверженных пород, руд и метеоритов

Название материала	Число случаев	$S^{32}/S^{34}$
Каменные метеориты . . . . .	13	22,20
Железные метеориты . . . . .	10	22,20
Вулканическая сера . . . . .	15	22,21
Ультраосновные породы (дуниты) . . . . .	4	22,20
Базальты . . . . .	2	22,178
Граниты . . . . .	2	21,780
Магматогенные сульфиды . . . . .	7	22,138
Гидротермальные сульфиды . . . . .	32	22,148
Сульфаты высокотемпературные . . . . .	—	21,885
Сульфаты морские . . . . .	13	21,75

Этот разброс замечается уже у наиболее высокотемпературных магматогенно-ликвационных сульфидов, первично отделяющихся от магмы. Еще больше этот разброс в изотопном составе серы отмечается у гидротермальных сульфидов. И вместе с тем изотопный состав серы изверженных пород — базальтов и гранитов — также отличен от изотопного состава серы метеоритов. Только сера ультраосновных пород, близких по химическому составу к каменным метеоритам, в частности сера дунитов, отвечает изотопному составу серы метеоритов. Наконец, сера вулканов. Ее изотопный состав близок, если не идентичен, к изотопному составу серы метеоритов.

## ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ПОРОД ЗЕМЛИ И МЕТЕОРИТОВ

Таким образом, изотопный состав серы железных, железо-каменных и каменных метеоритов, пород мантии Земли и серы вулканов близок и имеет определенный постоянный состав. Породы литосферы и руд содержат серу со значительно измененным изотопным составом. Еще большая дисперсия в изотопном составе серы достигается в биосфере.

Можно частично рассчитать те равновесия, которые возникают в системе  $\text{Fe} - \text{S} - \text{O}_2$  в момент отторжения руды от магмы. В этом процессе происходит уже разделение изотопов серы.

Очевидно, ничего подобного не происходило при образовании различных классов метеоритов, поскольку все они имеют идентичный состав серы. Следовательно, их вещество не претерпело процессов, подобных магматической ликвации или фракционной дифференциации, какие мы наблюдаем для пород земной коры.

Совершенно та же тенденция нарастания эффекта разделения изотопов для пород земной коры от более глубинных к поверхностным обнаруживается и для изотопов кислорода. Изотопный состав  $\text{O}_2$  каменных метеоритов наиболее близок к  $\text{O}_2$  ультраосновных пород. Не только нами была отмечена наибольшая дисперсия изотопного состава  $\text{O}_2$  у гранитов по сравнению с дисперсией изотопного состава  $\text{O}_2$  других изверженных пород. Действительно, для гранитов этот разброс имеет  $\Delta = 7,7-12,2\%$ , а для основных пород (базальтов) —  $\Delta = 6,7-7\%$ . Таким образом, наибольшее различие в изотопном составе  $\text{O}_2$  можно найти у гранитов и каменных метеоритов (табл. 4). Повышение содержания  $\text{O}^{18}$  в кислых породах — гранитах — связано с высоким содержанием  $\text{O}^{18}$  в молекуле кварца  $\text{SiO}_2$  подобно тому, как молекула  $\text{CO}_2$  накапливает наибольшее

Таблица 4

Средние данные изотопного состава кислорода пород и каменных метеоритов

Название материала	Число случаев	$\text{O}^{18}/\text{O}^{16}$ %
Граниты . . . . .	11	4,5
Основные и ультраосновные породы . . . . .	8	7,0
Каменные метеориты . . . . .	3	7,0

количество  $\text{O}^{18}$ . Влияние  $\text{O}^{18}$  кварца на изотопный состав  $\text{O}_2$  породы особенно заметно для пород осадочного цикла, которые обогащаются коллоидной  $\text{SiO}_2$ .

Отсюда легко понять, что еще большая дисперсия изотопного состава  $\text{O}_2$ , как и других легких ядер, встречается в биосфере.

Несмотря на огромное количество данных по изотопному составу  $\text{C}^{12}/\text{C}^{13}$ , их очень трудно сравнить. Поэтому я вынужден опираться главным образом на данные своей лаборатории. В среднем изотопный состав углерода железных и различных классов каменных метеоритов одинаков. Однако дисперсия в изотопном составе углерода значительно выше у железных метеоритов, чем у каменных. В железных метеоритах, помимо рассеянного углерода, в массе железа встречаются, правда редкие, включения карбида  $\text{Fe}_3\text{C}$  — когенита. По Крейгу в метеорите Каньон Дьябло углерод железа имел  $\text{C}^{12}/\text{C}^{13} = 89,45$ , а углерод когенита —  $\text{C}^{12}/\text{C}^{13} = 90,51$ . Возможно, наблюдаемая дисперсия может быть объяснена различием отношения когенита к рассеянному углероду в железе разных метеоритов (табл. 5).

Таблица 5

Средние данные изотопного состава углерода известняков, метеоритов и изверженных пород

Название материала	Число случаев	Дисперсия $\text{C}^{12}/\text{C}^{13}$	Среднее $\text{C}^{12}/\text{C}^{13}$
Известняки . . . . .	92	88,1—89,5	89,0
Железные метеориты . . . . .	13	89,6—91,8	90,6
Каменные метеориты . . . . .	26	89,6—91,2	90,6
Изверженные породы . . . . .	13	90,3—91,2	90,8

Изотопный состав  $\text{C}^{12}/\text{C}^{13}$  изверженных пород очень близок к  $\text{C}^{12}/\text{C}^{13}$  метеоритов и, сколько можно заметить по ограниченному числу данных в этом направлении, имеет тенденцию к уменьшению содержания  $\text{C}^{13}$ . Это заключение имеет ту логику, что в литосфере и биосфере происходит более значительное разделение  $\text{C}^{12}/\text{C}^{13}$  в породах, в частности, вследствие отложения больших масс  $\text{CaCO}_3$  и т. п., молекулы которых имеют максимальное накопление  $\text{C}^{13}$ .

За это короткое время я едва успел коснуться, на мой взгляд, самого основного —

А. П. ВИНОГРАДОВ

разнообразия процессов, идущих в веществе пород земной коры и метеоритов под влиянием радиоактивных элементов и космического излучения, которые непрерывно изменяют их изотопный состав.

Я думаю, вы меня правильно поняли, что каждый из рассмотренных процессов, нарушающих изотопный состав вещества, вносит разный пай. Радиоактивный распад для пород Земли имеет первостепенное значение. Реакция на  $\alpha$ -частицах или нейтронах, как производное радиоактивного распада, вносит принципиально меньший пай. Для метеоритов значительную роль играет космическое излучение.

Изменения изотопных отношений преимущественно для легких атомных ядер в изверженных породах и метеоритах, как мы видели, носят систематический характер, но по своей величине редко достигают больших значений.

Однако мы не можем сегодня говорить о постоянстве их изотопного состава. Эти небольшие сдвиги изотопных отношений для свинца, инертных газов, ряда легких элементов и т. д. представляют исключительное значение в геохимии и космохимии, являясь индикаторами генезиса пород и метеоритов. Мы с вами убедились в различии изотопных отношений для разных изверженных пород, а также между их изотопным составом и изотопным составом метеоритов. Мы убедились также, что изотопный состав стабильных легких элементов определенным образом изменяется от глубины к поверхности земной коры. Вместе с тем подобного изменения изотопного состава метеоритов мы не наблюдаем. Изотопный состав легких элементов в разных классах метеоритов имеет значительно меньшую дисперсию, чем те же элементы в изверженных породах Земли. Накопление инертных газов и их изотопный состав в породах Земли (а отсюда состав газов атмосферы) и в метеоритах различны и определяются в первом случае главным образом естественной радиоактивностью, а во втором — главным образом космическим излучением и т. д.

Это своеобразие изотопного состава пород и метеоритов позволяет, как мне кажется, сделать основной вывод о том, что и процессы, которые привели к образованию из-

верженных горных пород земной коры и разных метеоритов, должны быть различны. Изотопный состав свинца и других стабильных изотопов и т. д. для пород мантии и земной коры не противоречит гипотезе выплавления пород земной коры и образования атмосферы путем дегазации в течение геологического времени вещества мантии.

Но изотопный состав метеоритов, а именно: идентичность состава стабильных изотопов легких элементов у всех классов метеоритов, каменных и железных, наличие инертных газов иного, чем на Земле, изотопного состава и т. д., указывает, как мне кажется, на отсутствие в процессе образования метеоритов разных классов процессов выплавления, ликвации, гидротермальных процессов и других аналогичных процессов фракционной дифференциации вещества, подобно тем, которые мы имеем в земной коре, на Земле.

Мне представляется, например, что образование железных и каменных метеоритов не является процессом выплавления железа из первичного метеоритного Fe-силикатного вещества, как обычно это представляется (тогда бы, кстати сказать, в каменных метеоритах исчезли хондры), а есть результат взаимной аккумуляции застывших капелек вещества с железом (в случае образования железо-каменных метеоритов). Тогда при этих относительно высоких температурах ( $\sim 2000^\circ \text{K}$ ) изотопы серы или углерода и др. поровну распределятся в веществе силикатов и железа. Лишь появление при этих высоких температурах новых фаз, например для углерода — образование карбидов, может вызвать известное разделение изотопов и т. п. Факты как будто этому не противоречат. Одним словом, изучение изотопного состава природных объектов, нахождение им объяснения вселяют в геохимиков надежду на более глубокое проникновение в грандиозные процессы образования космических тел. И если я путем своего скучного сообщения привлек хотя бы одного энтузиаста, то вы должны признать, что использование изотопов в геохимии — великолепный метод.

Я очень благодарю вас за внимание.

Поступила в редакцию 30 I 1958 г.

## Перспективы использования атомной энергии\*)

Дж. Кокрофт

Рассматриваются энергетические потребности различных стран и обосновываются целесообразность и темпы развития ядерной энергетики в этих странах. Указываются причины развития в Великобритании ядерной энергетики на базе использования графито-газовых реакторов колдер-холлского типа. Затрагиваются проблемы усовершенствования таких реакторов и проблемы использования различных циклов ядерного горючего. Отмечается, что строительство в Великобритании реакторов на тепловых нейтронах является первым этапом развития ядерной энергетики, который позволит перейти ко второму этапу — строительству реакторов с расширенным воспроизводством горючего. Указывается на перспективность ядерных энергетических реакторов небольшой мощности (для транспортабельных энергетических установок, судовых двигателей и пр.). Рассматриваются проблемы, возникающие при широком развитии реакторостроения, и возможные способы решения или облегчения решения этих проблем (использование излучений, хранение радиоактивных отходов и др.).

Большое внимание уделяется вопросам широкого использования излучений для консервирования продуктов питания, стерилизации, получения полезных мутаций культурных растений и сельскохозяйственных животных, для осуществления процессов полимеризации и получения новых соединений.

На Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии предсказывалось, что мировые потребности в энергии к 1975 г. увеличатся приблизительно в 1,5 раза.

Предсказывалось также, что к 1975 г. производство электроэнергии возрастет приблизительно в 4 раза по отношению к уровню 1955 г., т. е. с 1500 до 6000 млрд. *квт-ч*. Для получения этого количества энергии потребовалось бы 3 млрд. *т* угля.

В течение последних двух лет были оценены энергетические потребности стран Западной Европы и установлено, что, поскольку добыча угля в этих странах увеличивается в настоящее время очень медленно, их растущие энергетические нужды потребовали бы очень больших увеличений импорта угля и нефти. Так, например, если бы не развивалась ядерная энергетика, стоимость импортируемого топлива в шести странах, вхо-

дящих в систему Евратома, возросла бы с 2 млрд. в 1957 г. до 6 млрд. долларов в 1975 г.

В этом случае стоимость топлива, импортируемого, например, в Соединенное Королевство, может увеличиться до 350 млн. фунтов стерлингов.

Поэтому страны, входящие в систему Евратома, предполагают к 1967 г. построить атомные электростанции общей мощностью 15 млн. *квт*. В Соединенном Королевстве общая мощность атомных станций к 1965 г. достигнет 5—6 млн. *квт*, что даст возможность ежегодно экономить 18 млн. *т* угля и соответственно уменьшить его импорт.

Аналогичное положение наблюдается и в других странах Западной Европы, хотя ядерная энергетика станет главным источником энергии в этих странах только после полного использования источников гидроэнергии. Так, например, 75% энергии, вырабатываемой в Швеции в настоящее время, производится за счет импортного топлива, стоимость которого составляет 17% от всего импорта страны. Однако гидроэнергетиче-

\*) Сокращенный перевод лекции, прочитанной в сентябре 1957 г. в Париже на Международной конференции по применению радиоактивных изотопов в научных исследованиях.

ские ресурсы Швеции не будут полностью использованы до 1968—1970 гг., поэтому развитие ядерной энергетики там не является таким безотлагательным. Подобное же положение наблюдается в СССР и США. Положение в странах Азии, например в Японии, аналогично положению в странах Западной Европы; Индия имеет большие источники гидроэнергии, и использование ядерной энергии необходимо только в районах, удаленных от этих источников; некоторые страны Среднего Востока, например Иран, имеют огромные месторождения нефти, поэтому маловероятно, чтобы они проявили интерес к развитию ядерной энергетики в этом столетии.

В Африке большие запасы гидроэнергии наряду с обилием угля означают, что там развитие ядерной энергетики будет ограниченным в течение ближайших двух десятилетий.

Океания также богата гидроэнергетическими ресурсами (Южный остров Новой Зеландии) и углем (во многих частях Австралии), хотя к 1965 г. развитие ядерной энергетики может стать необходимым в горных районах и в Южной Австралии.

Следовательно, к 1965 г. ядерная энергетика будет быстро развиваться в Западной Европе и несколько медленнее в остальных частях света.

В Великобритании планы развития ядерной энергетики уже осуществляются. Строится три атомные станции мощностью порядка 300 *Mвт* каждая, причем окончание их строительства намечено на 1960—1961 гг. Станция в Сомерсете мощностью 500 *Mвт* будет построена к 1962 г., а к 1965 г. будет построено не менее 8 больших станций.

Рассматривая планы развития атомной энергетики в различных странах, можно предположить, что основную роль в развитии ядерной энергетики будут играть два типа ядерных реакторов: в Великобритании — реакторы с графитовым замедлителем и газовым теплоносителем, в США и СССР — реакторы с водой под давлением\*).

Первые атомные электростанции Великобритании характеризуются относительно высокими капитальными затратами при отно-

сительно низкой стоимости горючего благодаря использованию естественного урана. В США реакторы, охлаждаемые водой под давлением, имеют относительно низкую капитальную стоимость и относительно высокую стоимость горючего вследствие использования дорогого обогащенного урана. Целесообразность строительства атомных электростанций с тем или иным типом реактора зависит от ряда условий, существующих в данной стране. В частности, реакторы с графитовым замедлителем и газовым теплоносителем в Великобритании будут производить электроэнергию более дешевую, чем в США. По-видимому, капитальные затраты на реактор с графитовым замедлителем и газовым теплоносителем быстро снизятся по мере увеличения мощности реактора и температуры горючего. Например, Х. Хинтон предполагает, что стоимость энергии от атомных станций в течение десятилетия (1960—1970 гг.) упадет на 30%, в то время как стоимость энергии от станций, работающих на угле, может повыситься за этот период на 10%.

Что касается действительного положения, то Великобритания к настоящему времени располагает опытом 15-месячной работы атомной станции в Колдер-Холле с установленной мощностью около 70 *Mвт* на двух реакторах. Все механизмы атомной станции работают бесперебойно, если не считать некоторых трудностей, связанных с применением тепловыделяющих элементов. Если при эксплуатации станции в Колдер-Холле что-либо вызывает беспокойство, так это обычные узлы, такие, как насосы и механические приспособления.

Стоимость горючего атомных станций зависит от количества тепловой энергии, выделившейся из каждой тонны урана за время кампании реактора. Мы основываем наши предсказания величины стоимости на предположении, что из каждой тонны урана в 1960 г. мы будем иметь возможность извлечь тепло, эквивалентное сжиганию 10 тыс. *т* угля. Это, разумеется, зависит от живучести тепловыделяющих элементов, которые, как предполагается, сохраняют свою герметичность при продолжительности работы 4—5 лет. Несмотря на то что каждый реактор в Колдер-Холле содержит 10 тыс. тепловыделяющих элементов, до сих пор только три из них получили повреждение в виде

\*) Как известно, планом развития ядерной энергетики в СССР предусматривается строительство атомных электростанций с реакторами различных типов, а не только с водой под давлением. (Прим. ред.)



## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

тонких трещин в оболочке. Эти трещины привели к небольшой и быстро обнаруженной утечке радиоактивных загрязнений в газовый теплоноситель. Поврежденные тепловыделяющие элементы при желании могут быть сменены. Опыт работы реактора в Колдер-Холле проходит удачно и способствует дальнейшему развитию ядерной энергетики.

На основе обычных инженерных усовершенствований, направленных на увеличение мощности и снижение капитальных затрат, в 1960—1965 гг. предвидится возможность постоянного улучшения атомной станции колдер-холлского типа. Увеличение мощности с 70 *Мвт* в Колдер-Холле до 500 *Мвт* в 1962 г. на станции Сомерсет является примером этого процесса. Можно предполагать, что к середине 60-х годов будут произведены дальнейшие коренные усовершенствования станции, главным образом за счет перехода от металлического горючего к керамическому, например в виде окиси урана. Такое горючее выдерживает высокие температуры и меньше подвержено воздействию излучения, чем металлическое. Благодаря этому появляется возможность улучшения тепловых характеристик реактора, эффективности и величины выгорания горючего, что в конечном итоге приводит к снижению капитальных затрат и стоимости горючего.

Можно также полагать, что к 1965—1970 гг. появится возможность повторного использования плутония в качестве горючего и что плутоний может быть повторно использован вместе с торием в качестве сырья для получения вторичного ядерного горючего в ториевом цикле, который, вероятно, будет иметь лучшие ядерные характеристики по сравнению с урановым циклом. Наши опыты по изучению радиационных нарушений и использованию в качестве горючего плутония с некоторыми носителями являются обещающими.

Таким образом, можно предполагать, что с 1970 г. запасы тория значительно дополняют запасы урана как источника энергии.

В докладе Джонсона на Женевской конференции было сказано, что только в 7 странах имеются запасы в миллион тонн урана и что цена на окись урана к 1965 г. упадет до 10 долларов за фунт. После Женевской конференции были обнаружены более значительные залежи урановых руд (главным образом в Канаде). Следовательно, можно

рассчитывать на получение более 30 тыс. *т* окиси урана в год, в то время как цены, вероятно, упадут даже ниже уровня, предсказанного Джонсоном.

Если план Евратома будет выполнен, то для европейских, в том числе и британских, атомных станций в 1975 г. может потребоваться около 5 тыс. *т* урана в год при условии, что цикл повторного использования плутония будет к тому времени полностью осуществлен. Другие 5 тыс. *т* урана в год можно было бы использовать для начальной загрузки горючим новых установок мощностью примерно 5 тыс. *Мвт*.

Эта потребность в уране может быть уменьшена за счет улучшения баланса нейтронов в реакторах или постройкой реакторов с расширенным воспроизводством горючего. В настоящее время в Северной Шотландии (в Даунри) строится экспериментальный реактор на быстрых нейтронах мощностью 60 *Мвт*, предназначенный для решения технологических проблем использования высокообогащенного топлива в реакторах-размножителях. Пуск этого реактора ожидается в 1958 г., причем в течение последующих 2—3 лет будет накапливаться опыт эксплуатации этого реактора. Если будут разрешены экономические проблемы, то можно ожидать, что плутоний, получаемый в реакторах на тепловых нейтронах, к 1970 г. будет использоваться в качестве горючего для реакторов с расширенным воспроизводством; в этом случае скорость ввода в строй таких реакторов фактически зависела бы от мощности реакторов на тепловых нейтронах.

Речь пока шла о развитии ядерной энергетики на основе создания мощных стационарных атомных электростанций. Однако достигнут прогресс также и в создании атомных судовых двигателей и небольших атомных наземных станций.

Уже теперь США приступили к строительству грузо-пассажирского корабля водоизмещением 20 тыс. *т* и мощностью на валу 20 тыс. *л. с.*, снабженного атомным двигателем типа, используемого на «Наутилусе». В СССР строится ледокол с атомным двигателем\*).

В Великобритании, имеющей умеренные запасы обогащенного горючего, изучается

\*) Атомный ледокол «Ленин» спущен на воду 6 декабря 1957 г. (Прим. ред.)

ДЖ. КОКРОФТ

возможность использования реакторов на естественном или слабообогащенном уране, поскольку такие реакторы представляются нам более экономичными, чем реакторы на высокообогащенном уране.

По нашему мнению, наиболее вероятной квазиэкономичной атомной подвижной установкой является танкер водоизмещением 40—60 тыс. *т*, имеющий высокий коэффициент нагрузки.

Можно ожидать, что к середине 60-х годов будет создан прототип торговых кораблей, хотя перевод большого числа их на атомные двигатели не предвидится ранее 70-х годов.

Сравнительно небольшие энергетические установки корабельного типа найдут применение и в наземных станциях мощностью 20—30 *Мвт*. В настоящее время большая часть экспортируемых Великобританией обычных энергетических установок имеет мощность такого порядка.

Если бы для выработки энергии стоимостью 10 центов за 1 *квт-ч* при коэффициенте нагрузки станции 50% можно было использовать атомные станции мощностью 20 *Мвт*, то они сразу нашли бы применение, в частности, в так называемых слаборазвитых странах и в отдаленных горных районах, где стоимость энергии в настоящее время чрезмерно высока. Например, в Брокен-Хилл стоимость 1 *квт-ч* составляет 30 центов.

Наконец, в недалеком будущем возможно получение энергии от управляемых реакций синтеза, осуществляемых в термоядерных реакторах, принципы работы которых хорошо известны.

В связи с большими масштабами развития ядерной энергетики во всем мире возникают новые проблемы обеспечения радиационной безопасности и проблемы радиологического контроля. Этим вопросам в настоящее время уделяется большое внимание. Конструкторы и эксплуатационный персонал реакторов отдают себе полный отчет в том, что в тепловыделяющих элементах заключены миллионы кюри продуктов деления и что перегрев и разрушение тепловыделяющих элементов привели бы к проникновению продуктов деления в контур реактора.

Кроме того, существует проблема концентрации и хранения радиоактивных отходов химической переработки горючего. В Ве-

ликобританий, например, жидкие радиоактивные отходы выпариваются и хранятся в цистернах из нержавеющей стали. Предполагается, что к 1960 г. в Великобритании будет налажено извлечение из отходов долгоживущего радиоактивного изотопа цезия и изготовление из него источников общей активностью несколько миллионов кюри. Это одновременно будет способствовать разрешению проблемы хранения радиоактивных отходов.

Другие продукты деления, такие, как радиоактивные газы, уже начинают извлекаться и использоваться в промышленности, что способствует уменьшению загрязнения атмосферы.

В настоящее время во многих странах интенсивно изучаются возможности использования этих мощных источников получения радиоизотопов. В Великобритании для изучения этих вопросов основана радиационная лаборатория в Уинтейдж. Лаборатория оборудуется кобальтовыми источниками активностью около 10 тыс. *кюри*. С течением времени она будет оборудована кобальтовыми источниками в 0,5 млн. *кюри*, а позднее — еще более мощными цезиевыми источниками. Эти источники будут удобны для различных исследований и, в частности, для изучения вопросов радиационного консервирования продуктов, стерилизации и других проблем. В США так же интенсивно проводятся такие исследования. Например, установлено, что срок хранения бекона, ветчины и сосисок может быть увеличен в 4—5 раз. Для того чтобы еще больше увеличить сроки хранения, необходимы большие дозы облучения, однако они должны быть такими, чтобы не вызывать неприятного привкуса и запаха у этих продуктов.

Ученые, работающие по консервированию пищи, все шире применяют комбинированные методы консервации, используя излучение и легкое обжаривание пищи или добавление антибиотиков. Эти комбинированные методы являются обещающими.

Излучение может быть также применено для эффективного решения, например, такой серьезной проблемы, как обеззараживание зерна. Для того чтобы убить взрослое насекомое, необходима доза 50 тыс. *р*, а для уничтожения способности их яиц к развитию требуется гораздо меньшая доза.



## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Радиационная стерилизация пересаживаемой кости и тканей уже применяется в США. В Уинтейдже производятся интенсивные исследования по стерилизации больничных одеял, хирургических нитей, бинтов.

Излучение может быть использовано для обработки антибиотиков. Доза, необходимая для уменьшения количества бактерий в  $10^8$  раз, составляет примерно  $2 \cdot 10^6$  р. При этом температура облучаемого объекта увеличивается только на  $1-2^\circ \text{C}$ , что чрезвычайно ценно для обработки теплоустойчивых лекарств (например, антибиотиков).

Мутации, которые возникают при облучении, включают в себя как изменения ген, так и хромосом и имеют в основном ту же природу, что и естественно встречающиеся так называемые спонтанные мутации. В большинстве случаев они вредны, и только небольшая часть их (может быть, одна из тысяч) является полезной.

Сравнительно редкие и благоприятные мутации все живые организмы развивали в течение веков в результате естественного отбора. В дальнейшем человек посредством селекции развивал эти благоприятные мутации у культурных растений и домашних животных.

Применение излучения сильно увеличивает частоту появления мутаций (в 50—100 или более раз) и дает возможность производить селекцию растений относительно простыми средствами.

Практические успехи, уже достигнутые в этом направлении, производят сильное впечатление. В Швеции уже культивируется улучшенная разновидность высокоурожайной белой горчицы с большим содержанием масла, имеющей более раннее и дружное созревание. Примером, доказывающим экономичность проведения таких исследований, может служить то, что урожай культивируемой в Швеции разновидности белой горчицы оценивается приблизительно в 2 млн. шведских крон, в то время как ежегодные правительственные вложения на всю исследовательскую работу по мутациям в Швеции составляют менее 0,25 млн. крон.

В таких странах, как Австралия, Бельгия, Финляндия, Франция, Индия, Япония, Нидерланды, Норвегия, Великобритания и в особенности Германия, в которых радиационная селекция не нашла широкого применения, получены перспективные мутации

сельскохозяйственных и садовых культур в широком масштабе. Почти все эти успехи достигнуты в результате применения рентгеновых лучей.

Некоторые из физических изменений, происходящих под действием облучения, хорошо известны. Облучением может быть изменена структура полиэтилена, и образовавшийся полимер может выдерживать более высокие температуры. Полиэтилен плавится при  $110^\circ \text{C}$ , однако после облучения дозой 107 р может выдерживать температуру до  $150^\circ \text{C}$ , т. е. приобретает свойство, очень важное для электрокабельной промышленности.

В настоящее время в промышленности изучаются новые полезные возможности применения облучения, например для полимеризации продуктов. В частности, радиационная вулканизация резины позволяет получать более долговечные автомобильные шины.

Энергия излучения может быть использована и для производства химикалий, которые в настоящее время изготавливаются при высоких давлениях и температуре, или для получения новых соединений.

Применение мощного излучения началось совсем недавно, поэтому развитие способов использования этих излучений находится в зачаточном состоянии. Однако их использование может иметь очень большое значение. Проектировщикам ядерных реакторов следовало бы подумать о практических аспектах использования мощного  $\gamma$ -излучения ядерных реакторов.

Наконец, использование меченых атомов в промышленности и сельском хозяйстве США уже позволяет экономить 0,5 млрд. долларов в год при ежегодных затратах на приобретение изотопов около 3 млн. долларов. По мнению Либби, в этой области в будущем ожидаются гораздо большие достижения, а экономия к 1960 г. увеличится до 5 млрд. долларов в год.

Возможности овладения неисчерпаемой энергией атомного ядра поистине огромны. Если ученые будут руководить совместными усилиями всего человечества, направленными на то, чтобы поставить атомную энергию на службу делу мира, а не использовать ее для целей разрушения, то в конце концов не может быть неудачи в получении огромных выгод для человечества.

Поступила в редакцию 23 X 1957 г.

## Теплообмен в жидких металлах

С. С. Кутателадзе, В. М. Боришанский, И. И. Новиков

В статье дается обзор основных работ советских и зарубежных авторов по изучению теплообмена между твердыми поверхностями и потоком расплавленного металла. Рассматриваются результаты опытов по изучению теплоотдачи к жидкому металлу при течении в длинных и коротких трубах, плоских щелях, при продольном обтекании расплавленным металлом пучка стержней и пластины, при поперечном обтекании цилиндров, при свободной конвекции и конденсации паров жидких металлов. Рассматривается влияние добавок на интенсивность теплоотдачи. Обсуждаются вопросы, связанные с кипением жидких металлов, а также влияние смачиваемости на гидравлическое сопротивление и интенсивность теплообмена. Даются формулы для расчета теплоотдачи.

### Общие соображения

Жидкие (расплавленные) металлы являются высокотемпературными теплоносителями, позволяющими благодаря большой теплопроводности обеспечивать значительную интенсивность теплообмена.

В то же время некоторые необычные свойства жидких металлов как теплоносителей (весьма малое отношение кинематической вязкости к температуропроводности, высокая температура большинства расплавленных металлов, интенсивное эрозионное и коррозионное воздействие на многие конструкционные материалы, сильная окисляемость, электропроводность и т. п.) создают известные трудности для их изучения и практического использования.

Расплавленные металлы образуют особый класс теплоносителей, характеризующийся весьма малыми значениями числа  $Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{gc_p \mu}{\lambda}$  (порядка  $10^{-2}$ — $10^{-3}$ ), что связано с их высокой теплопроводностью, поскольку вязкость и удельная теплоемкость жидких металлов такие же, как у газов и неметаллических жидкостей.

При  $\nu \ll a$  молекулярный перенос количества движения значительно менее интен-

вен, чем молекулярный перенос тепла. При этом существуют два важных физических явления:

а) толщина теплового пограничного слоя больше толщины гидродинамического пограничного слоя, поэтому влияние молекулярной теплопроводности существенно проявляется не только в пристенном слое, но и в турбулентном ядре потока;

б) интенсивность рассеивания теплоты при перемещении турбулентного «моля» оказывается больше интенсивности рассеивания количества движения.

Это означает, что для жидких металлов в известной формуле

$$\frac{\lambda_T}{\lambda} = \varepsilon Pr \frac{\mu_T}{\mu} \quad (1)$$

коэффициент  $\varepsilon$ , представляющий собой величину, обратную турбулентному числу  $Pr_T = \frac{gc_p \mu_T}{\lambda_T}$ , оказывается меньше единицы.

Отсюда следует, что в жидких металлах относительное возрастание теплопроводности за счет турбулентных переносов, характеризуемое величиной  $\lambda_T/\lambda$ , меньше относительного возрастания вязкости на величину по-

## ТЕПЛООБМЕН В ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ

рядка числа  $Pr$ . Таким образом, в потоке металлической жидкости

$$\frac{\lambda_T}{\lambda} \approx (10^{-2} - 10^{-4}) \frac{\mu_T}{\mu}. \quad (2)$$

Некоторые свойства величины  $\varepsilon$  могут быть выяснены на основе следующих рассуждений.

Для плоского турбулентного потока можно написать известные соотношения:

$$-q = (\lambda + \lambda_T) \frac{\partial t}{\partial y} = \lambda \frac{\partial t}{\partial y} + c g \rho \overline{v_y \theta}, \quad (3)$$

$$-\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y} + \rho \overline{v_x v_y}. \quad (4)$$

При этом среднее квадратичное значение пульсационной составляющей скорости  $v^* =$

$$= \sqrt{\frac{\tau}{\rho}}.$$

Из этих соотношений следует, что коэффициент неподобия рассеивания теплосодержания и количества движения при турбулентном переносе  $\varepsilon$  является функцией, по крайней мере, шести величин

$$\{v^*, y, c g \rho, \rho, \mu, \lambda\}, \quad (5)$$

которые составлены из четырех основных размерностей ( $\kappa\text{г}$ ,  $\text{сек}$ ,  $\text{м}$ ,  $\text{ккал/сек}$ ), т. е. должны комбинироваться в два безразмерных комплекса

$$\left\{ \eta = \frac{v^* y}{\nu}; \quad Pr = \frac{c g \mu}{\lambda} \right\}. \quad (6)$$

При достаточно большом расстоянии от вязкого подслоя ( $y \gg y_1$ ) в уравнении (4) можно пренебречь молекулярной вязкостью и соответственно исключить величину  $\mu$  из перечня (5). В этом случае оставшиеся пять величин, составленные из тех же четырех основных размерностей, должны комбинироваться в один безразмерный комплекс

$$Z = \frac{v^* y}{a} = \eta Pr, \quad (7)$$

Эти рассуждения справедливы для области турбулентного ядра потока, в которой еще не сказывается заметно относительное расстояние от стенки  $y/\delta$  ( $\delta$  — толщина пограничного слоя или радиус трубы).

Таким образом, в общем случае

$$\varepsilon = \varepsilon\left(\eta; Pr; \frac{y}{\delta}\right), \quad (8)$$

а в области  $y_1 \ll y \ll \delta$

$$\varepsilon = \varepsilon(\eta Pr). \quad (9)$$

Воскресенский установил, что при некоторых упрощающих предположениях о движении турбулентного «моля» функция (9) должна иметь вид

$$\varepsilon = B \eta Pr \left[ 1 - \exp\left(-\frac{1}{B \eta Pr}\right) \right], \quad (10)$$

где  $B$  — константа, в общем случае определяемая экспериментально.

Отсюда непосредственно следует, что коэффициент  $\varepsilon$  имеет наименьшее значение около границы вязкого подслоя и увеличивается в направлении к внешней границе пограничного слоя. Немногочисленные опубликованные экспериментальные данные качественно подтверждают эти соображения.

Основываясь на большом количестве экспериментов, проведенных различными авторами [1]—[9], сейчас можно твердо считать, что гидравлика жидких металлов практически не отличается от гидравлики газов и неметаллических жидкостей.

Опыты проводились в трубах (диаметром 1,2—45 мм) из стекла, углеродистой и хромоникелевой стали. Рабочими средами служили вода, ртуть, олово, висмут, сплав свинец — висмут, железо и др. Опыты подтвердили также, что профиль скоростей при течении металлов и неметаллических жидкостей одинаков [2], [10], [11].

Теоретически задача о теплообмене при течении жидкого металла в трубах для ламинарного потока решается [6], [12], [13] так же, как и для неметаллических жидкостей, если не учитывать соизмеримость величин  $\partial t/\partial R$  и  $\partial t/\partial x$ . Для турбулентного потока имеются существенные отличия, связанные с соизмеримостью молекулярной и турбулентной теплопроводностей в жидких металлах как в области промежуточного слоя, так и в турбулентном ядре потока.

Если считать величину  $\partial t/\partial x$  для данного сечения трубы постоянной, равной среднебалансному значению

$$\frac{\partial t}{\partial x} = \frac{2q}{c \gamma w R_0}, \quad (11)$$

то для числа  $Nu$  можно получить следующее удобное интегральное соотношение:

$$Nu = \left[ 2 \int_0^1 \frac{\left( \int_0^{\xi} \omega \xi d\xi \right)^2}{\left( 1 + \varepsilon Pr \frac{\mu_T}{\mu} \right) \xi} d\xi \right]^{-1}, \quad (12)$$

С. С. КУТАТЕЛАДЗЕ, В. М. БОРИШАНСКИЙ, И. И. НОВИКОВ

где  $\omega = \omega/\bar{\omega}$  — относительная скорость и  $\xi = R/R_0$  — относительный текущий радиус.

Для ламинарного потока с параболическим распределением скоростей из соотношения (12) следует, что  $Nu = 4,33$ .

Для турбулентного потока с распределением скоростей по закону степени  $1/7$  и предельным значением числа  $Pr = 0$  из соотношения (12) следует, что  $Nu = 6,8$ .

Теоретическое рассмотрение показывает, что если в общем случае при течении в круглых трубах

$$Nu = f\left(Pr; Re; \frac{L}{D}\right), \quad (13)$$

то для расплавленных металлов ( $Pr \ll 1$ ) при ламинарном и турбулентном режимах течения

$$Nu \approx f\left(Pr; \frac{L}{D}\right). \quad (14)$$

Однако вид этой функции зависит от режима течения потока.

### Теплоотдача к жидкому металлу при течении в трубах

Многочисленные опыты по изучению теплоотдачи к различным жидкостям показывают наличие некоторых особенностей в механизме теплообмена. В первую очередь это сказывается на отклонении при малых числах  $Pe$  экспериментальных значений чисел  $Nu$  от теоретических значений, что в свою очередь приводит к значительному расхождению опытных данных. Результаты проведенных различными авторами экспериментальных исследований теплоотдачи для ртути, эвтектики свинец — висмут, натрия и сплава натрия — калий, протекающих в трубах, сведены в табл. 1.

Ртуть (рис. 1). Опытов со ртутью было проведено больше, чем с другими металлами. Исследованный интервал охватывает область чисел  $Pe = 20 - 20\,000$  при температурах ртути до  $500^\circ\text{C}$ . Результаты, полученные различными авторами, дают значительные расхождения, достигающие до 100%.

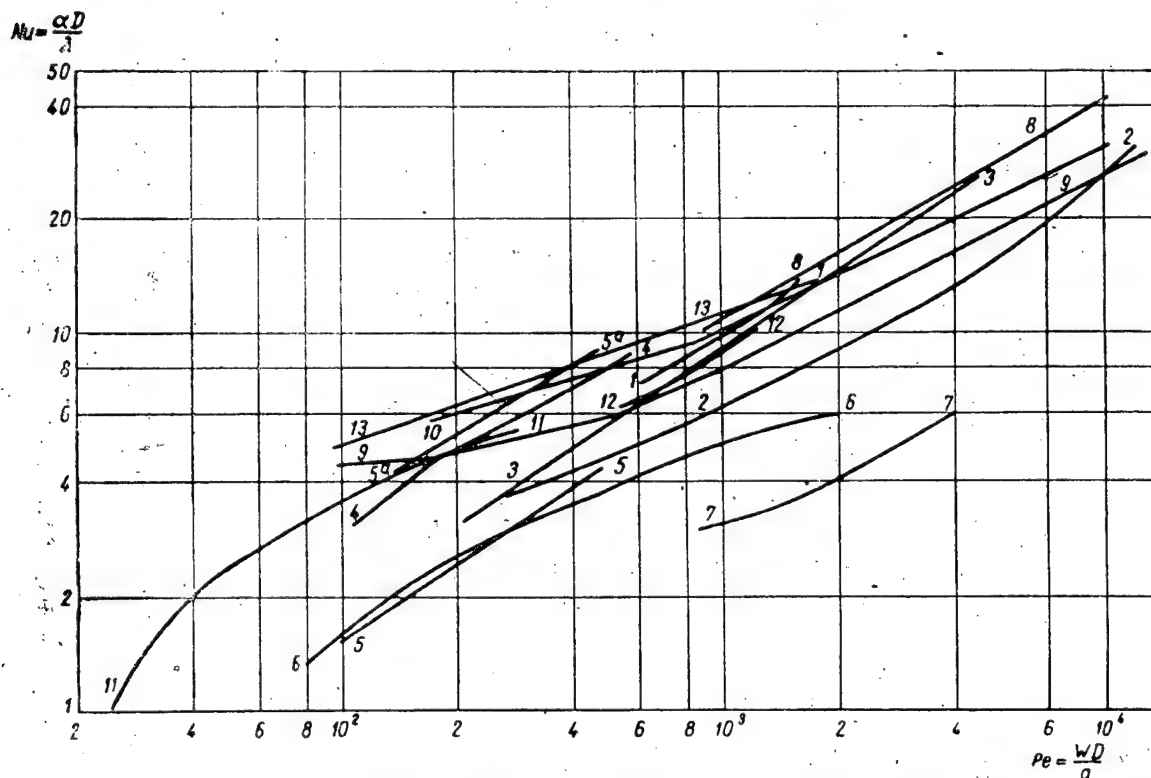


Рис. 1. Теплоотдача при течении ртути в круглой трубе.  
 $Nu = f(Pe)$ ,  $L/D > 30$ .

## ТЕПЛООБМЕН В ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ

Таблица 1

Опытные данные по изучению теплоотдачи к различным металлам

Номера кри- вых на ри- сунке	Авторы	Темпера- тура °C	Трубы	Относи- тельные длины $L/D$	Число $Re$	Число $Nu$	Примечание
Ртуть (рис. 1)							
1	Сырикович, Со- рин, Семенов- кер [1], [2]	450—500	Стальные и мало- легированные, диаметрами 16—40 мм	—	600— 1 800	7—14	Работа проведена в 1939 г. *)
2	Михеев, Воскре- сенский, Федын- ский, Кондра- тьев, Калакуц- кая, Петров и др. [7], [8]	20—180	Точечные, из угле- родистой стали, диаметрами 4—10 мм	30—81	300— 11 000	3,5—30	—
3	Корнеев [14]	60—500	Из нержавеющей стали, диаме- трами 19, 28 и 40 мм	—	250— 4 500	3—25	Опыты, проведенные с ртутно-магние- вой амальгамой, дали аналогичные ре- зультаты
4	Инглиш и Баррет [15]	—	Диаметром 1,3 мм	—	100—700	3—9	Измерялась локаль- ная и средняя теп- лоотдача, которая заметно снижалась при малых чис- лах $Re$
5	Дуди и Юнгер [16]	—	Диаметром 12,5 мм	125	100—500	1,5—4,5	Добавка натрия по- высила теплоотда- чу до $Nu=4-8$
6	Бейли, Коп, Ват- сон [17]	—	Стальная, диаме- тром 11 мм	—	70—2 000	1,1—6	—
7	Эльзер [17]	—	Диаметрами 6—8 мм	40	900—4000	3—6	—
8	Исаков и Дрю [11]	—	Стальная, диаме- тром 38 мм	140	900— 10 000	10—37	—
9	Стромквист [17]	—	Стальная, диаме- тром 9—20 мм	60—120	100— 20 000	4—30	Влияние добавок натрия на тепло- отдачу не обнару- жено
10) 11)	Джонсон, Глабо и Хартнет [18]	—	Стальные, диа- метрами 16 мм	74	200— 10 000	6—30	В области чисел $Re=20-200$ наб- людается резкое снижение тепло- отдачи
12	Джиллиленд, Мюс- сер, Пейдж [12]	—	—	—	500— 1 500	6—9	Опыты проводились на теплообмени- ках без измерения температуры стен- ки
13	Трефезен [20]	—	—	—	100— 2 000	5—14	

\*) В довоенные годы опыты с ртутью были проведены также Ложкиным и Канаевым [3], [4].

С. С. КУТАТЕЛАДЗЕ, В. М. БОРИШАНСКИЙ, И. И. НОВИКОВ

Продолжение

Номера кри- вых на ри- сунке	Авторы	Темпера- тура °С	Трубы	Относи- тельные длины L/D	Число Re	Число Nu	Примечание
<b>Эвтектика свинец—висмут *) (рис. 2)</b>							
1	Себан [17]	—	Диаметром 16,6 мм	72	900— 2 000	7—5—9	С течением времени наблюдалось сни- жение теплоотда- чи на 30—40 %
2	Боришанский, Кутателадзе, Иващенко, Шнейдерман [5]	—	Из стали различ- ных марок, диа- метрами 9—25 мм	15—100	170— 11 000	5—27	Тепловые нагрузки достигали $1,3 \cdot 10^6$ ккал/м <sup>2</sup> час. Доба- вки магния на теп- лоотдачу существ- венно не влияли
3	Федынский, Вос- кресенский, Михеев [7], [9]	—	Из обычной ста- ли, диаметрами 5—10 мм	30—64	70— 15 000	3,5—30	—
4	Джонсон, Глабо, Хартнет [18]	—	Из обычной ста- ли	—	1000— 10 000	6—20	Опыты с висмутом
5	Унтермейер [17]	—	Диаметром 10 мм	—	30—4 000	1,5—16	—
6	Любарский [17]	—	Диаметром 10 мм	100	300— 3 000	1,7—16	Добавка магния по- высила теплоотда- чу до Nu=9—11
					800— 3 500	6—17	Теплоотдача изме- рялась на тепло- обменнике щель— труба
<b>Натрий (рис. 3) и сплав натрий—калий (рис. 4)</b>							
1	Дерюгин, Михеев, Федынский [7], [8]	—	Медная	—	500— 3 000	4,5—11	Натрий
			Стальная, диа- метром 10,3 мм	45	450— 5 000	6—19	Натрий—калий
2	Новиков, Хабах- пашева [21]	До 350	Медная, диаме- тром 8,6 мм	47	100— 1 400	5—11	Натрий; часть опытов с целью изменения смачиваемости проводилась с ни- келированной по- верхностью
3	Боришанский, Кутателадзе, Шнейдерман, Савинова [5]	До 400	Медные, диаме- трами 34—35 мм	34	90—1 800	3—9	Натрий
4	Мак-Дональд и Квитентон [17]	—	Диаметром 16 мм	~100	60—2 000	2—9	Натрий
2—5	Лайон [17]	—	Из никеля	76—159	150— 1 600	5—15	Теплоотдача измеря- лась в четырех те- плообменниках ти- па щель—труба с протеканием спла- ва (48% K+52% Na) с обеих сторон
6,7	Вернер, Кинг и Тидбалл [17]	—	Из стали и нике- ля	—	100— 2 000	5—10 (для стали) 9—25 (для никеля)	44% Na+56% K 77% Na+23% K

\*) С данными для эвтектики свинец—висмут лучше всего согласуются данные для висмута [9] и олова.

## ТЕПЛООБМЕН В ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ

В переходной и ламинарной областях течения при  $Pe < 100$  имеет место резкое снижение теплоотдачи, вплоть до значений  $Nu \sim 1$ .

**Эвтектика свинец—висмут (рис. 2).** Охваченный опытами интервал чисел  $Pe$  составил 30—15 000. За исключением опытных данных Джонсона, Хартнета и Глабо [18], результаты остальных исследователей

**Калий—натрий (рис. 4).** Изучен интервал чисел  $Pe = 100—5000$ . Отклонения опытных данных достигают  $\sim 80\%$ .

**Влияние добавок.** Сопоставление рассмотренных работ не позволяет составить четкого представления о влиянии добавок поверхностно-активных веществ на теплоотдачу к жидким металлам. Опыты с ртут-

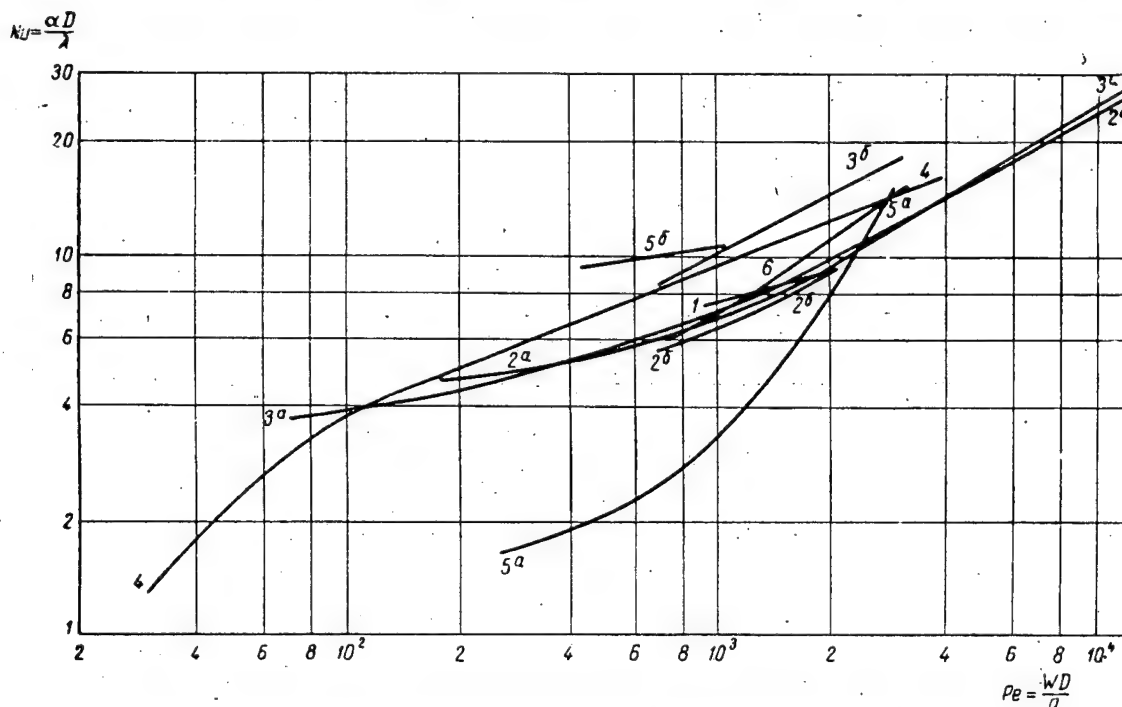


Рис. 2. Теплоотдача при течении эвтектики свинец—висмут в круглой трубе.

$Nu = f(Pe)$ ,  $L/D > 30$ ; а—эвтектика; б—эвтектика с магнием.

в общем совпадают. При малых числах  $Pe < 100$  (так же, как и на ртути) замечается резкое снижение теплоотдачи.

В ряде работ [17], [18] было замечено, что при изучении эвтектики свинец—висмут наблюдается своеобразный период стабилизации коэффициента теплоотдачи во времени. При этом устойчивые значения коэффициента теплоотдачи меньше первоначальных на 50—70%. Причина этого явления не выяснена.

**Натрий (рис. 3).** Исследован интервал чисел  $Pe = 100—3000$ . Данные [9], [17] взаимно совпадают и дают значения  $Nu = 4; 5—11$ . Данные [21] располагаются выше. Взаимное отклонение опытных данных составляет  $\sim 70—80\%$  при  $Pe \sim 100$  и  $\sim 30\%$  при  $Pe \sim 1000$ .

но-магниевыми амальгамами, проведенные Корнеевым, и опыты Стромквиста со ртутью при наличии добавок натрия не показали влияния последних на теплоотдачу. Однако данные Дуди и Юнгера, проведенные при тех же числах  $Pe$ , показывают, что добавка натрия к ртути заметно улучшает теплоотдачу. Опыты Любарского, Боришанского и Кутателадзе с добавками магния к эвтектике свинец—висмут не привели к заметным улучшениям теплоотдачи. Данные Унтермейера свидетельствуют о значительном повышении теплоотдачи. Сопоставление опытов для выявления влияния материала поверхности труб на теплоотдачу позволяет сказать, что в качественном отношении теплоотдача, по-видимому, выше в тех случаях,



С. С. КУТАТЕЛАДЗЕ, В. М. БОРИШАНСКИЙ, И. И. НОВИКОВ

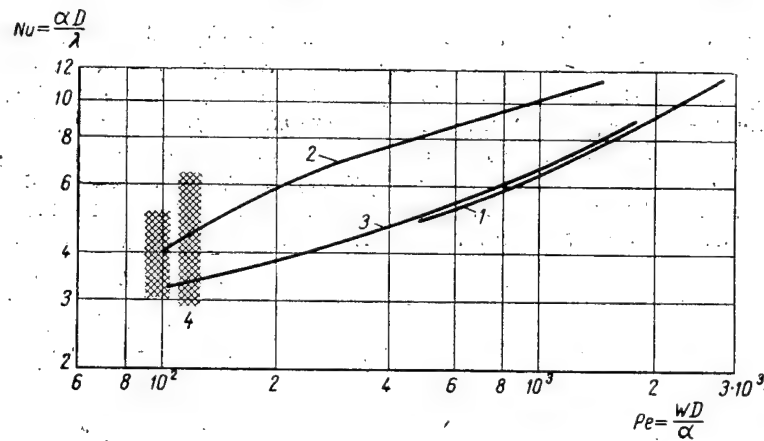


Рис. 3. Теплоотдача при течении натрия в круглой трубе.  
 $Nu = f(Pe)$ ,  $L/D > 30$ .

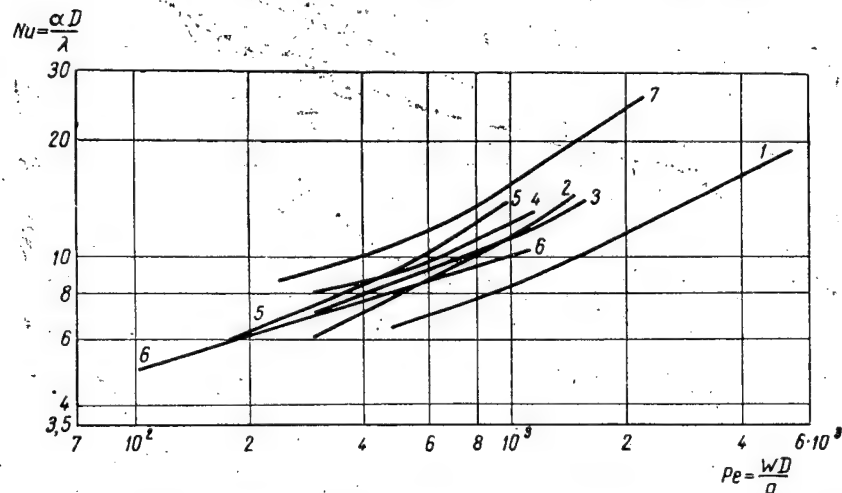


Рис. 4. Теплоотдача при течении сплава натрий—калий в круглой трубе.  
 $Nu = f(Pe)$ ,  $L/D > 30$ .

когда металл смачивает поверхность нагрева. Однако количественную оценку этого явления в настоящее время сделать нельзя.

Для расчета теплоотдачи к жидким металлам в технических трубах могут быть рекомендованы формулы [5], [7]:

$$Nu = 3,3 + 0,014Pe^{0,8}, \quad (15)$$

$$Nu = 5 + 0,0021Pe. \quad (16)$$

В этих формулах  $300 < Pe < 15000$ ,  $Re > 10000$ .

В области малых чисел  $Pe = 20 - 300$  до получения более подробных данных расчет можно вести по приближенной формуле

$$Nu = 0,7Pe^{1/3}. \quad (17)$$

Для натрия (при смачивании поверхности трубы и очень чистых условиях работы) в области чисел  $Pe = 100 - 1400$  может быть также рекомендована формула [21]

$$Nu = 5,9 + 0,015Pe^{0,8}. \quad (18)$$

Выше рассматривалась средняя теплоотдача при течении жидкости в длинных трубах. В ряде работ изучалась также теплоотдача при течении жидкости в коротких

## ТЕПЛООБМЕН В ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ

трубах. Сопоставление результатов многих работ с теоретическими расчетами сделано Любарским и Кауфманом [17]. Установлено, что теплоотдача на входном участке выше, чем за участком стабилизации. В первом приближении можно принять, что при  $L/D > 30$  влияние входного участка на среднюю теплоотдачу мало. Для коротких труб можно вводить поправочный множитель по формуле Кондратьева и Михеева [8]

$$\epsilon_l = 1,72 \left( \frac{D}{L} \right)^{0,16}, \quad (19)$$

### Теплоотдача к жидкому металлу при течении в щелях

**Кольцевые щели.** Опыты с ртутью и эвтектикой свинец — висмут охватили интервал чисел  $Pe = 45 - 1700$ . В опытах с натрием и сплавом натрия — калий этот интервал составил  $10 - 1000$ . Сопоставление всех этих данных, показанное на рис. 5 и 6, позволяет в первом приближении вести расчет по приведенным выше формулам для круглых труб с введением эквивалентного гидравлического диаметра  $D_0 = D_2 - D_1 = 2\delta$ , где  $\delta$  — ширина щели.

**Плоские щели.** Измерение теплоотдачи в теплообменниках в виде плоской щели проводили со ртутью Синич [17] и со сплавом натрия — калий Тидбалл [22]. Опыты проводились в области чисел  $Pe = 300 - 1000$  и дали значение чисел  $Nu = 4 - 5$  (рис. 5 и 6). В случае постоянной температуры стенки значение постоянного члена в выражении для числа  $Nu$  оказывается несколько меньшим, чем при  $q = \text{const}$ .

### Теплоотдача при продольном обтекании металлом пучка стержней

О порядке цифр, характеризующих теплоотдачу при продольном обтекании в межтрубном пространстве, можно судить по данным о коэффициентах теплопередачи, приведенным Тидбаллом [22], Швенком и Шаноном [23], Розенблатом и Бруксом [24]. Предложенной Розенблатом и Бруксом эмпирической формулой следует пользоваться с крайней осторожностью, так как она справедлива для условий опытов, близких к условиям, при которых она была получена.

Последние авторы рекомендуют формулу

$$\frac{\alpha D_{\text{тр}}}{\lambda} = 612 \left( \frac{\omega D_{\text{тр}}}{a} \right)^{0,6} \left( \frac{S}{F} \right)^{1,2}, \quad (20)$$

где  $D_{\text{тр}}$  — наружный диаметр трубы;  $S$  — площадь живого сечения межтрубного пространства;  $F$  — поверхность теплообмена;  $\alpha$  — коэффициент теплоотдачи.

Теплоотдача при продольном обтекании пластины неограниченным потоком жидкости определяется интегральными соотношениями для пограничного слоя.

В жидких металлах число  $Pr \ll 1$  и  $\delta_T > \delta$ , где  $\delta_T$  и  $\delta$  — толщины теплового и гидродинамического пограничных слоев. В области  $0 < y < \delta$  компонент скорости  $w_x$  меняется по обычным законам для гидродинамического пограничного слоя несжимаемой жидкости.

В области  $y > \delta$

$$w_x = w_0 = \text{const}.$$

Решение для ламинарного пограничного слоя можно получить, введя обычные, аппроксимирующие профили скоростей и температур полиномы четвертой степени.

Для числа  $\overline{Nu} = \frac{\alpha L}{\lambda}$ , где  $L$  — длина пластины, с достаточной точностью можно считать

$$\overline{Nu} = 1,1 \sqrt{(1 - Pr^{1/3}) Pe}, \quad (21)$$

где  $Pe = \frac{w_0 L}{a}$ .

Для турбулентного пограничного слоя Кутателадзе и Федорович рассчитали две предельные схемы.

В первом расчете было принято линейное распределение касательных напряжений и тепловых потоков по толщине пограничного слоя, а для распределения скоростей — закон степени  $1/7$ . Турбулентность в области  $\delta < y < \delta_T$  принята равной нулю.

В диапазоне  $10^3 < Pe < 2 \cdot 10^5$  третье приближение выражается формулой

$$\overline{Nu} = 0,38 Pe^{0,65}. \quad (22)$$

Во втором расчете принято линейное распределение в пределах  $0 < y < \delta$  и постоянство  $\lambda_T$  при  $\delta < y < \delta_T$ , при условии  $\tau = \tau_{\text{ст}} = \text{const}$ . Это допущение должно давать наибольшую величину  $\alpha$ .

В интервале  $10^3 < Pe < 10^5$  найдено, что

$$\overline{Nu} = 0,46 Pe^{0,65}. \quad (23)$$

С. С. КУТАТЕПАДЗЕ, В. М. БОРИШАНСКИЙ, И. И. НОВИКОВ

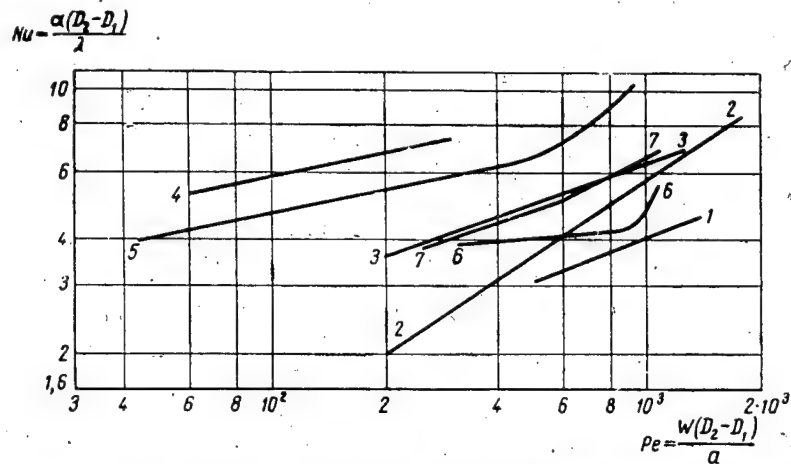


Рис. 5. Теплоотдача при течении в щелях тяжелых металлов (ртуть, свинец—висмут).

 $L/D_0 > 30$ .

Результаты опытов со ртутью: 1—Стырикович, Сорин, Семеновкер; 2—Корнеев ( $D_2/D_1=1,35$ ); 3—Михеев, Федьинский ( $D_2/D_1=1,55$ ); 4—Трефезен ( $D_2/D_1=1,4$ ); 5—Трефезен ( $D_2/D_1=1,75-2,31$ ); 6—Синич (плоская щель,  $\delta=6,3$  мм).  
Результаты опытов с эвтектикой свинец—висмут: 7—Любарский ( $D_2/D_1=1,25$ ).

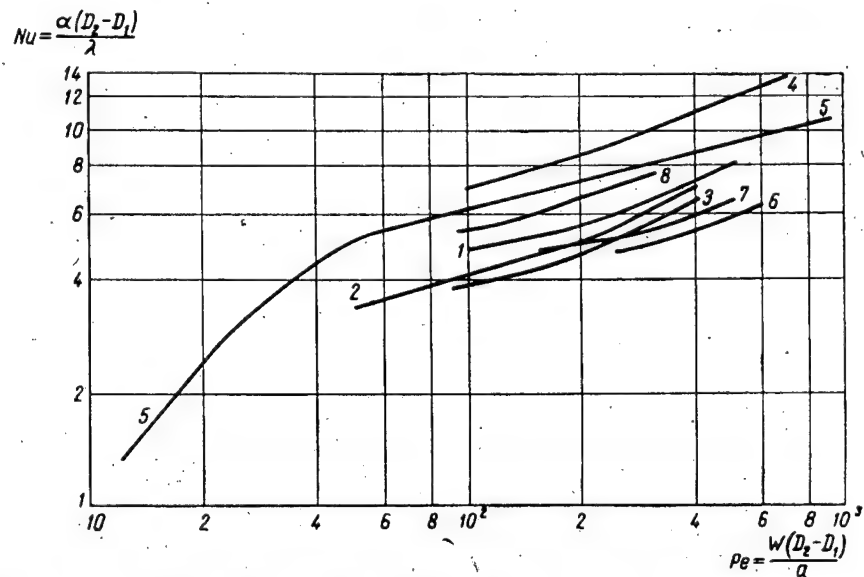


Рис. 6. Теплоотдача при течении в щелях легких металлов (натрий, натрий—калий).

 $L/D_0 > 30$ .

Результаты опытов со сплавом натрий—калий: 1—Лайон ( $D_2/D_1=1,37; 1,43$ ); 2—Лайон ( $D_2/D_1=1,23$ ); 3—Вернер, Клинг, Тидбалл ( $D_2/D_1=1,83$ —сталь); 4—то же, никель; 5—Холл, Крафт и Дженкинс; 6—Тидбалл (плоская щель), начало работы; 7—то же, конец работы.  
Результаты опытов с натрием: 8—Холл, Крафт, Дженкинс ( $D_2/D_1=1,25$ ).

## ТЕПЛООБМЕН В ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ

Расхождение между результатами расчетов по этим двум схемам составляет  $\sim 20\%$ .

Теплоотдача при поперечном обтекании цилиндров жидкими металлами отличается от теплоотдачи неметаллических жидкостей как видом зависимости  $Nu = f(Pr)$ , так и характером распределения коэффициента теплоотдачи по окружности цилиндра. Последнее

Приближенная формула для теплоотдачи получена Сквайром:

$$\overline{Nu}Gr^{-1/4} = 0,679 \left( \frac{Pr^2}{Pr + 20} \right)^{1/4} \quad (26)$$

Аналогичная формула была получена Эккертом.

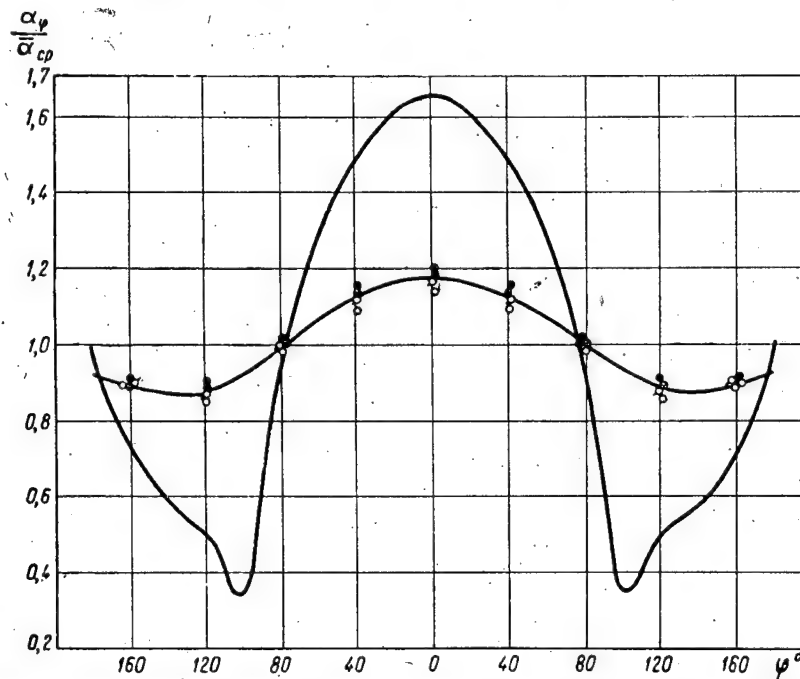


Рис. 7. Теплоотдача при поперечном обтекании металлом одиночной трубы. Полого изменяющаяся кривая—металл (опыты Андреевского, Боришанского, Кутателадзе); круто изменяющаяся кривая—воздух.  $\circ$ — $Pr=450$ ;  $\square$ — $Pr=600$ ;  $\bullet$ — $Pr=800$ ;  $\boxtimes$ — $Pr=1000$ .

отчетливо видно из данных Андреевского, Боришанского и Кутателадзе, показанных на рис. 7.

Теплоотдача при свободной конвекции в жидких металлах также очень тесно связана с условием  $Pr \ll 1$ . Область тепловых возмущений, в которой решающую роль играет молекулярная теплопроводность при свободной конвекции, охватывает зону течения с пренебрежимо малым молекулярным трением. В связи с этим теоретическое рассмотрение показывает, что при  $Pr \ll 1$  вместо зависимости

$$Nu = f(GrPr) \quad (24)$$

должна иметь место зависимость

$$Nu = f(GrPr^2). \quad (25)$$

При  $Pr \rightarrow 0$  формула (26) принимает вид, соответствующий выражению (25).

Федынский изучал [9] теплоотдачу при свободной конвекции к ртути, олову, сплаву свинец—висмут и натрию. Опыт проводился с горизонтальными цилиндрами диаметрами 25,6 и 85,0 мм и с вертикальной плитой. После обработки результатов этих опытов, а также опытов Соундерса для ртути, Кирпичева, Михеева, Эйгенсона и др. для неметаллических жидкостей получена эмпирическая зависимость

$$\overline{Nu}Gr^{-1/4} = 0,54 Pr^{0,3+0,02 Pr^{-1/3}} \quad (27)$$

Гимен, Бонилла и Эрлих изучали [25] теплоотдачу при свободной конвекции около горизонтальных цилиндров диаметрами 6,3

и 38,1 мм. Опыты велись со ртутью, свинцом, висмутом, сплавом свинец—висмут, натрием, сплавом натрия—калий, водой, толуолом и пятью различными силикатами.

В результате обобщения опытных данных авторами получена следующая формула:

$$\overline{Nu}Gr^{-1/4} = 0,54 \left( \frac{Pr^2}{0,952 + Pr} \right)^{1/4}. \quad (28)$$

При достаточно больших числах  $Gr$  закон теплоотдачи при свободной конвекции меняется. Физически это изменение связано с тем, что ламинарный характер течения около поверхности теплообмена в целом нарушается и возникает так называемая тепловая турбулентность. Характер движения жидкости становится в среднем (статически) одинаковым для всех частей поверхности теплообмена. В этом случае интенсивность теплоотдачи описывается выражением

$$Nu = \varphi(Pr) Gr^{1/3}. \quad (29)$$

Для сред с числом  $Pr > 0,5$  принято считать, что переход от зависимости  $Nu \sim Gr^{1/4}$  к зависимости  $Nu \sim Gr^{1/3}$  происходит при числах  $GrPr > 2 \cdot 10^7$ .

В опытах Гимена, Бонилла и Эрлиха на этот переход влиял диаметр трубы.

Проведенная Федынским обработка опытов показала, что в выражении (29) величина  $\varphi(Pr)$  практически совпадает с правой частью зависимости (27). Поэтому с достаточной для практических целей точностью можно считать, что для всех сред

$$Nu = \Phi \left( \frac{Pr^2 Gr}{1 + Pr} \right). \quad (30)$$

При охлаждении паров жидких металлов их конденсат выпадает или в виде капель, или в виде сплошной пленки. Для металлов в отличие от других веществ наиболее характерным является капельный тип конденсации. Более того, термическое сопротивление пленки конденсата, если она даже и образуется, весьма мало.

Это связано с тем, что высокая теплопроводность конденсата паров металла приводит к существенному перераспределению термических сопротивлений собственно конденсата и диффузионной области около его поверхности. Поэтому по отношению к процессу конденсации паров металла не оправдывается обычное в теории пленочной конденсации предположение о том, что температура на

поверхности пленки практически точно равна температуре насыщения в ядре потока.

Расчеты показывают, что при  $Pr \rightarrow 0$  турбулентность приводит к некоторому увеличению термического сопротивления пленки конденсата, а не к уменьшению, как это имеет место у неметаллических жидкостей.

Таблица 2

Теплоотдача при конденсации паров натрия

Температура насыщения $t$ , °С	631	725	866
Тепловой поток $q$ , ккал/м <sup>2</sup> час	$1,5 \cdot 10^5$	$1,92 \cdot 10^5$	$2,66 \cdot 10^5$
Коэффициент теплоотдачи $\alpha$ , ккал/м <sup>2</sup> час:			
по опытам	$5,55 \cdot 10^4$	$5,85 \cdot 10^4$	$6,50 \cdot 10^4$
по формуле для пленочной конденсации в предположении, что $t_{пл} = t''$	$84,5 \cdot 10^4$	$74,0 \cdot 10^4$	$61,2 \cdot 10^4$

В табл. 2 приведены некоторые данные Бонилла и Майснера по теплоотдаче при конденсации паров натрия.

Таким образом, опыт подтверждает, что термическое сопротивление собственно пленки конденсата для металлов весьма мало. Следовательно, тип конденсации мало влияет на теплоотдачу при конденсации паров металлов.

Диффузионная теория теплоотдачи при капельной конденсации приводит к выводу, что в этом случае

$$\alpha \sim \frac{1}{(t'' - t_{cr})^n}, \quad (31)$$

где  $n \approx 0,5$ .

По опытам Гельмана, при конденсации паров ртути получена еще более резкая зависимость:

$$\alpha = \frac{1,2 \cdot 10^5 \sqrt{p}}{\Delta t} + \sqrt[3]{\gamma'' \omega''}, \quad (32)$$

где  $p$  — давление в  $\text{атм}$ ;  $\gamma''$ ,  $\omega''$  — весовые, скорости в  $\text{кг/м}^2 \text{сек}$ .

## ТЕПЛОБМЕН В ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ

Кипение металлов подчиняется в общем тем же законам, что и кипение неметаллических жидкостей.

На рис. 8 приведены зависимости коэффициента теплоотдачи от температурного

Добавки к жидкости поверхностно-активных веществ могут изменять степень смачиваемости поверхности. Например, добавка к ртути незначительного количества магния или натрия существенно улучшает кон-

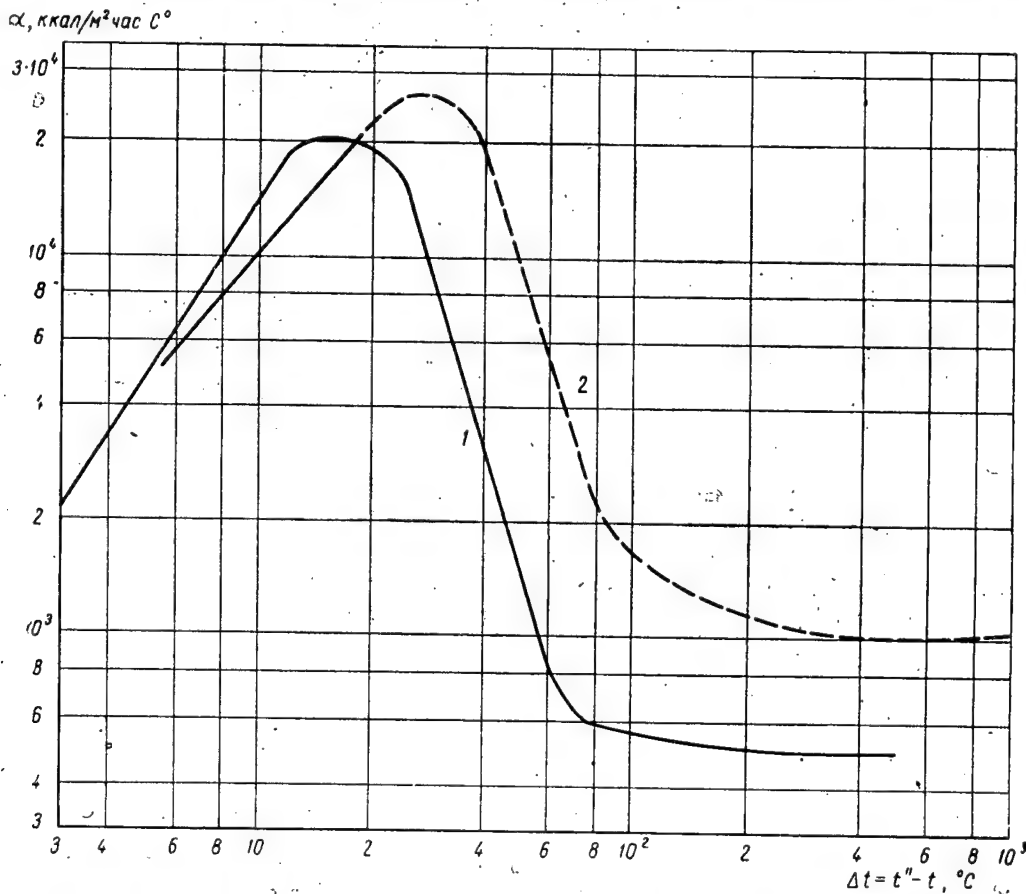


Рис. 8. Теплоотдача при кипении амальгамы ртути и воды в большом объеме.  
1—магниева амальгама ртути; 2—вода.

напора при кипении воды и магниево-амальгамы ртути на горизонтальной трубе в условиях свободной конвекции (кипение на поверхности, погруженной в большой объем жидкости). Для металлической и неметаллической жидкостей характер рассматриваемой зависимости совершенно одинаков.

Плохая смачиваемость поверхности нагрева кипящей жидкости способствует более раннему возникновению пленочного режима кипения. В случае если жидкость не смачивает поверхность нагрева, то практически пленочное кипение устойчиво существует при любых плотностях теплового потока.

Так жидкости со сталью. Это особенно резко сказывается на теплоотдаче при кипении в связи с существенным влиянием степени смачиваемости поверхности нагрева на характер движения паро-жидкостной смеси.

Влияние смачиваемости на гидравлическое сопротивление паро-жидкостной смеси изучалось при кипении ртути. В вертикальных трубах движение двухфазного потока, усредненное за достаточно большой промежуток времени, всегда обладает осевой симметрией. В наклонных и горизонтальных трубах это бывает только при достаточно больших скоростях течения. В противном



С. С. КУТАТЕЛАЗДЕ, В. М. БОРИШАНСКИЙ, И. И. НОВИКОВ

случае поток расслаивается (нижняя часть периметра трубы омывается жидкостью, верхняя — паром), что ухудшает охлаждение этой части поверхности. При нерасслоенном и слаборасслоенном течениях распределение жидкой и паровой фаз существенно зависит от смачиваемости жидкостью стенок трубы. Смачивающая жидкость образует на стенке трубы сплошную пленку, обеспечивающую высокую интенсивность охлажде-

зано с тем, что интегральные гидродинамические характеристики двухфазного потока зависят от объемных концентраций фаз и мало чувствительны к тонкой структуре потока. В связи с этим циркуляционные характеристики паро-ртутной смеси близки к характеристикам паро-водяной смеси.

На рис. 9, по данным Гремялова [27], приведена основная гидродинамическая характеристика в координатах  $\varphi$  (объемная

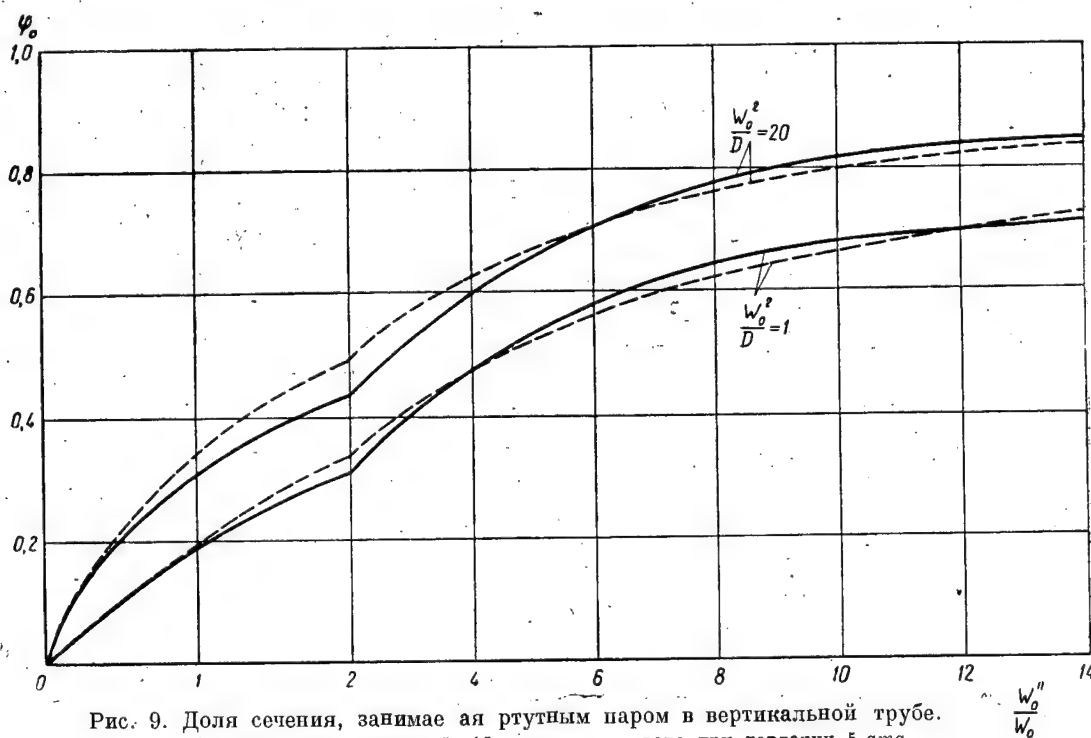


Рис. 9. Доля сечения, занимаемая ртутным паром в вертикальной трубе. — ртуть при давлении 5–15 атм; — — вода при давлении 5 атм.

ния при пузырьковом режиме кипения. Образующийся при этом пар уходит в ядро потока.

Когда жидкость не смачивает стенку трубы (например, при течении ртути в стеклянной или стальной трубе), картина движения получается обратной: паровые пузыри прорываются между стенкой трубы и потоком жидкости. В ядре потока движется главным образом жидкость в виде пульсирующей струи [26].

Изменение структуры двухфазного потока в зависимости от смачиваемости стенки трубы жидкостью, существенно влияя на процесс теплообмена, почти не сказывается на гидравлическом сопротивлении. Это свя-

зано с тем, что интегральные гидродинамические характеристики двухфазного потока зависят от объемных концентраций фаз и мало чувствительны к тонкой структуре потока. В связи с этим циркуляционные характеристики паро-ртутной смеси близки к характеристикам паро-водяной смеси.

При кипении жидкости, не смачивающей данную поверхность нагрева, теплоотдача может быть улучшена за счет повышения частоты омывания.

По данным Ложкина и Канаева [3], при кипении ртути в трубе со вставленной в нее спиралью из полосового железа доля омы-

## ТЕПЛОБМЕН В ЖИДКИХ МЕТАЛЛАХ

вания достигала  $\sim 70\%$  против  $\sim 12-20\%$  при отсутствии турбулизатора.

Рис. 10 показывает зависимость  $\alpha$  от  $q$  при кипении некоторых жидких металлов в большом объеме [6], [28], [29]. Для металлических жидкостей, смачивающих поверхность нагрева (натрий, сплав натрий-калий, магниевая амальгама ртути), в области тепловых потоков  $q < q_{кр}$  имеет место обычная зависимость коэффициента теплоотдачи от плотности теплового потока  $\alpha = A q^n$ , где  $n \approx 0,7$ .

Для жидкостей, не смачивающих поверхность нагрева (ртуть, кадмий), имеют место значения  $\alpha$ , характерные для пленочного режима кипения.

На рис. 11, показывающем результаты опытов Корнеева [14] с ртутно-магнелиевой амальгамой, видно, что интенсивность теплоотдачи при пузырьковом кипении практически не зависит от концентрации магния. Однако переход к пленочному кипению происходит при различных тепловых нагрузках  $q_{кр1}$  в зависимости от концентрации магния.

Известно, что при развитом пузырьковом кипении коэффициент теплоотдачи весьма

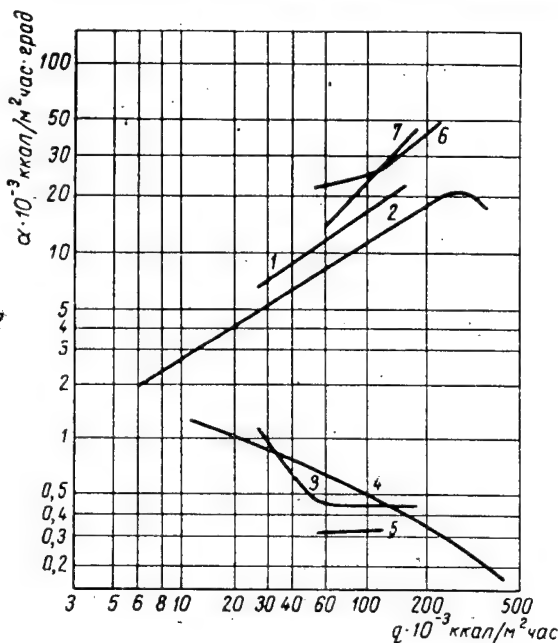


Рис. 10. Теплоотдача при кипении различных жидких металлов в большом объеме.

1—магниевая амальгама ртути внутри вертикальной трубы; 2—магниевая амальгама ртути на наружной поверхности трубы; 3—пленочное кипение амальгамы ртути; 4—кипение чистой ртути; 5—кипение кадмия; 6—кипение сплава натрий-калий; 7—кипение натрия.

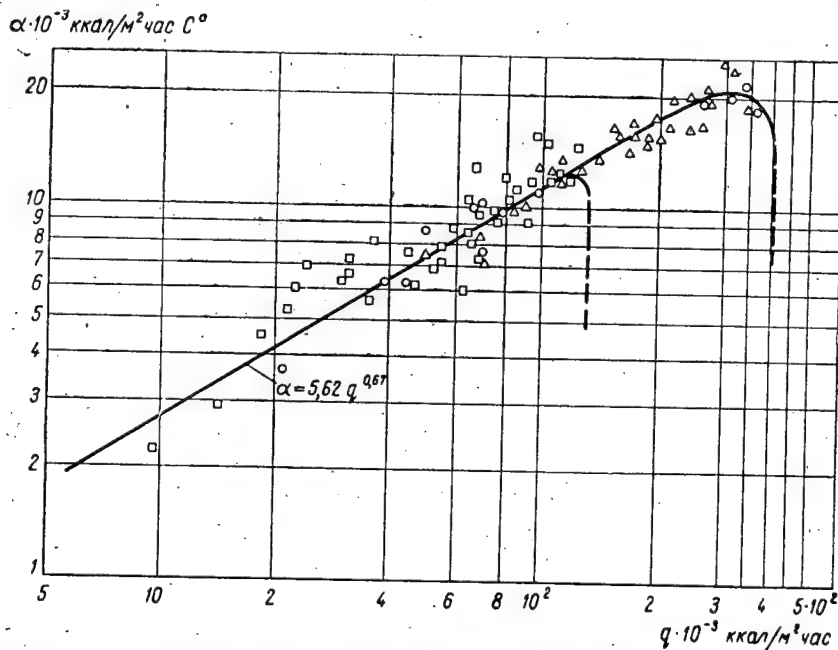


Рис. 11. Теплоотдача при пузырьковом кипении магниевой амальгамы ртути.

Примесь магния:  $\square$ —0,01%;  $\Delta$ —0,03%;  $\circ$ —0,04%.

С. С. КУТАТЕЛАДЗЕ, В. М. БОРИШАНСКИЙ, И. И. НОВИКОВ

мало зависит от скорости течения жидкости [30]. Данные по теплоотдаче при кипении магниевой амальгамы в условиях свободной конвекции в большом объеме и при естественной циркуляции в трубе близки и подтверждают это положение для металлов.

Когда жидкость не смачивает поверхность трубы, эта закономерность не имеет места. Обнаруживается существенное влияние скорости циркуляции  $\omega_0$  и диаметра трубы  $D$ . Отмечено [1], [2], [12] некоторое уменьшение величины  $\alpha$  с ростом  $q$ .

При кипении ртутной амальгамы внутри горизонтальных труб коэффициенты теплоотдачи не одинаковы по окружности трубы. Ухудшение теплоотдачи в верхней части трубы зависит от плотности теплового пото-

ка, определяющего повышение паросодержания в верхней части несимметричного двухфазного потока. Скорость  $\omega_{0,1}$ , после которой теплоотдача в верхней части трубы практически остается на постоянном высоком уровне, может быть определена [14] по эмпирической формуле

$$\omega'_0 \approx 22 \cdot 10^{-5} q^{0.42} D^{0.76} \text{ м/сек.} \quad (33)$$

Здесь  $q$  измеряется в  $\text{ккал/м}^2\text{час}$ ,  $D$  — в мм. При  $\omega'_0 > \omega_{0,1}$  коэффициент теплоотдачи определяется эмпирической формулой

$$\alpha = 12 q^{0.67} \omega_0^{0.3} D^{-0.45} \quad (34)$$

Формулы проверены при  $5000 < q \leq 70\,000 \text{ ккал/м}^2\text{час}$ ,  $13 < D < 40 \text{ мм}$ ,  $1 < p < 120 \text{ атм}$ ,  $1 \leq \omega'_0 < 19 \text{ м/сек}$ .

Поступила в редакцию 4 XI 1957 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Стырикович, И. Е. Семеновкер, А. Р. Сорин. Советское котлотурбостроение 9, 316 (1940).
2. М. А. Стырикович, И. Е. Семеновкер. Ж. техн. физ. 10, 16, 1324 (1940).
3. А. Н. Ложкин, А. А. Канаев. Бинарные установки. Машгиз, 1946.
4. А. А. Канаев. Котлотурбостроение 2, 18 (1953).
5. В. М. Боришанский, С. С. Кутателадзе. Энергомашиностроение 6, 5 (1957); 4 (1958).
6. С. С. Кутателадзе. Основы теории теплообмена. Машгиз, 1957.
7. М. А. Михеев, В. А. Баум, К. Д. Воскресенский, О. С. Федынский. Сб. «Реакторостроение и теория реакторов». Изд. АН СССР, 1955, стр. 139.
8. М. А. Михеев. Основы теплопередачи. Госэнергоиздат, 1956.
9. Л. И. Гельман. Теплоэнергетика, 3, 47 (1958).
10. H. E. Brown, B. H. Amfted, B. E. Short. Trans. ASME 79, 2, 279 (1957).
11. S. E. Isakoff, T. B. Drew. General Discussion of Heat Transfer, Inst. Mech. Eng. a. ASME, p. 405, 1951.
12. R. C. Martinelli. Trans. ASME 69, 8, 947 (1947).
13. R. E. Lyon. Chem. Engng. Progr. 47, 275 (1951).
14. М. И. Корнев. Теплоэнергетика 4, 44 (1955); 7, 30 (1955).
15. D. English, T. Barret. General Discussion of Heat Transfer, Inst. Mech. Eng. a. ASME, p. 458, 1951.
16. T. C. Doody, A. H. Jounger. Chem. Engng. Progr. Sympos. Series 5, 33 (1953).
17. B. Lubarsky, S. J. Kaufman. Review of Experimental Investigation of Liquid Metal Heat Transfer, Report NACA № 1270 (1956).
18. H. A. Johnson, W. J. Glabaugh, J. P. Hartnett. Trans. ASME 75, 6, 1191 (1953); 76, 4, 505 (1954).
19. E. R. Gilliland, R. J. Musser, W. R. Page. Proceeding of the General Discussion of Heat Transfer, p. 402, 1951.
20. L. M. Trefethen. General Discussion of Heat Transfer, p. 436, 1951.
21. И. И. Новиков, А. Н. Соловьев, Е. М. Хабахпашева, В. А. Груздев, А. И. Приданцев, М. Я. Васенина. Атомная энергия № 4, 92 (1956).
22. R. Tidball. Chem. Engng. Progr. Sympos. Series 5, 233 (1953).
23. H. C. Schwenk, R. H. Shannon. Power, 99, 11, 92 (1955).
24. R. D. Brooks, A. L. Rosenblatt. Mech. Engng. 75, 5, 363 (1953).
25. S. C. Hymen, C. T. Bonilla, S. W. Ehrlich. Chem. Engng. Progr. Sympos. Series 49, 5, 21 (1953).
26. А. Н. Ложкин, Кроль. Ж. техн. физ. VIII, 21 (1938).
27. Д. И. Гремиллов. Сб. «Комбинированные энергетические установки и циклы». Труды ЦКТИ, кн. 23, 86 (1952).
28. R. E. Lyon, A. S. Foust, A. L. Katz. Chem. Engng. Progr. Sympos. Series 49, 5, 21 (1953).
29. Liquid Metals Handbook, Sodium (NaK) Supplement. Washington, 1955.
30. Сб. «Вопросы теплообмена при изменении агрегатного состояния вещества». Госэнергоиздат. 1953.

## Оценка экономической целесообразности применения специальных тяжелых бетонов для защиты от излучений

А. Н. Комаровский

В первой части статьи дается обзор работ зарубежных авторов об экономической целесообразности применения различных бетонов для биологической защиты ядерных реакторов и ускорителей заряженных частиц. Некоторые из этих авторов утверждают, что для указанной цели экономически целесообразно применение тяжелых бетонов. Однако есть сторонники применения и обычных бетонов с минеральными заполнителями. Во второй части статьи приводятся результаты соответствующих экономических расчетов, проведенных в СССР. Эти расчеты позволяют сделать вывод, что использование специальных тяжелых бетонов целесообразно лишь в исключительных случаях.

Авторы ряда работ, посвященных вопросам биологической защиты от излучений, отмечают преимущества примененных для этой цели специальных тяжелых (с железными рудами и скрапом) бетонов, а также бетонов на баритовых рудах перед обычными бетонами на минеральных заполнителях. Креутс и Даунес [1] делают вывод, что для биологической защиты ускорителей целесообразно применять более дорогой, чем обычный, магнетитовый бетон, так как ввиду его высокой плотности (объемный вес до  $3,9 \text{ т/м}^3$ ) требуется меньшая площадь пола для создания эквивалентной защиты. К тому же выводу приходят Бек и Хорнер [2].

Келлен в работе [3], посвященной бетонным биологическим защитам ядерных реакторов, отмечает, что во многих случаях (например, для малых реакторов) тяжелый бетон, приготовленный на специальных заполнителях, предпочтительнее обычного, несмотря на большую стоимость, поскольку защита из тяжелого бетона может иметь меньшую толщину.

Лен [4] рекомендует для мощных энергетических реакторов устраивать защиту с объемным весом бетона  $3,5\text{--}4 \text{ т/м}^3$ , а Стефенсон [5] утверждает, что наиболее подходящим видом тяжелого бетона для защиты реакторов или хранилищ радиоактивных изотопов является баритовый бетон.

С другой стороны, имеются убедительные данные, подтверждающие целесообразность применения обычного бетона с использованием местных заполнителей, что не исключает, однако, применения специальных бетонов в отдельных элементах защиты или при весьма стесненных габаритах для ее размещения.

Так, американские фирмы «Пэсифик гэс энд электрик компани» и «Бечтел корпорейшен», проектировавшие крупные реакторы двойного назначения тепловой мощностью 500 тыс. *квт*, в отчете [6], представленном в Комиссию по атомной энергии США, отмечают отсутствие экономических преимуществ бетона с высокой плотностью. То же утверждают в аналогичном отчете другие фирмы («Монсанто кемикл компани» и «Юнион электрик компани»), которые проектировали крупный энергетический реактор. Для сооружения защиты эти фирмы решили применить обычный бетон.

Глин [7], обобщивший опыт проектирования защиты в Окриджской национальной лаборатории (США), отмечает, что толщина биологической защиты стационарного ядерного реактора в отличие от толщины защиты малогабаритного реактора не является определяющим фактором, так как снижение общей стоимости стационарной биоло-

А. Н. КОМАРОВСКИЙ

гической защиты имеет гораздо большее значение.

Прайс, Хортон и Спинней [8], обобщая опыт сооружения защит ядерных реакторов, утверждают, что специальные тяжелые бетоны с рудными или металлическими заполнителями стоят в 10 раз больше, чем обычные бетоны. Такая высокая стоимость тяжелого бетона заставляет очень тщательно относиться к подбору его составов и изготовлению, а высокая плотность таких бетонов делает неприменимым обычное строительное оборудование и значительно усложняет укладку бетона. Эти факторы значительно влияют на стоимость всей защиты реактора. Далее авторы отмечают, что применение бетона со стальным скрапом и, в частности, с дробью целесообразно только в тех случаях, когда особенности конструкций требуют соору-

по сравнению с другими материалами, применяющимися при производстве бетона, высокая (кроме того, в таком бетоне может произойти расслоение) использование металлических заполнителей для бетонной защиты обычно не оправдывается.

Результаты исследований, проведенных в СССР, говорят в пользу применения обычных бетонов. Так, из проектных и исследовательских работ, проведенных в Институте атомной энергии АН СССР, следует, что для устройства наружных защитных стен ускорителей, а также некоторых реакторов наиболее целесообразно применять бетон с заполнителями из местных материалов, не стремясь к широкому применению специальных тяжелых бетонов. Некоторые результаты соответствующих подсчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Экономические характеристики некоторых бетонов (данные ИАЭ АН СССР)

Вид бетона	Объемный вес т/м <sup>3</sup>	Эффективность защиты %	Стоимость руб/м <sup>3</sup>	Приведенная стоимость по эффективности к обычному бетону руб/м <sup>3</sup>	Экономия руб/м <sup>3</sup>	Перерасход руб/м <sup>3</sup>
Обычный бетон . . . . .	2,2	100	350	350	—	—
Песчаный бетон без крупных заполнителей . . . . .	2,0	90	180	200	150	—
Бетон на железной руде . . . . .	2,2	150	700	470	—	120
Бетон на металлическом скрапе . . . . .	5,5	250	2000	800	—	450

жения весьма компактной защиты. Например, использование специального тяжелого бетона при сооружении верхней защиты английского экспериментального реактора DIDO уменьшило длину тепловыделяющих сборок и позволило применить удобные захваты для их извлечения (полученная в этом случае экономия превысила дополнительные затраты на специальный бетон). Авторы делают общий вывод, что обычный бетон является одним из самых дешевых защитных материалов, а дорогие тяжелые бетоны могут дать некоторые экономические преимущества только при сооружении защиты активных зон малого размера.

В упоминавшейся выше работе [5] также отмечается, что, поскольку стоимость стали

В 1956 г. было сделано сравнение экономической эффективности различных бетонов для защиты крупных реакторов в разных районах СССР. Были рассмотрены проекты биологической защиты применительно к определенным видам бетона в зданиях реакторных установок. Это позволило подсчитать необходимые объемы бетона различных видов, а также объемы работ по зданиям и составить по каждому из вариантов сводные сметно-финансовые расчеты, учитывающие все основные виды затрат по сооружению реакторных установок в целом, а не только их защиты (как это делалось во всех ранее опубликованных работах по этому вопросу).

## ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ИЗЛУЧЕНИЙ

Сравнивались стоимости сооружения следующих вариантов защиты реакторных установок:

— защита, 98% объема которой выполнено из обычного бетона ( $\gamma=2,3 \text{ т/м}^3$ ) и 2% — из специального тяжелого бетона ( $\gamma=4,4 \text{ т/м}^3$ );

— защита из специального тяжелого бетона ( $\gamma=3,0 \text{ т/м}^3$ ) с обычным песком и крупными заполнителями из железной руды;

щебень для центрального района — с завода у г. Ярославля, для районов Среднего Урала — местная поставка, для районов Сибири — с завода в Новосибирске.

Стоимости всех этих материалов (табл. 2) приняты по реальным калькуляциям и отпускным ценам поставщиков; стоимость перевозки взята в соответствии с действительными условиями транспортировки и тарифными справочниками 1957 г.

Таблица 2

Стоимости металлического щебня, дробы и руд для разных районов СССР  
(с учетом транспортных расходов)

Материал	Единица измерения	Стоимость, руб.				
		Центр	Средний Урал	Южный Урал	Западная Сибирь	Восточная Сибирь
Щебень металлический . . . . .	т	760,08	757,80	758,22	761,46	793,19
Дробь металлическая, диаметром 6,0 мм	т	714,96	763,25	756,17	812,97	850,63
Руда железная (магнетитовая или гематитовая) . . . . .	т	128,85	71,75	72,90	100,72	146,95
Щебень из этой руды . . . . .	т	134,45	76,68	78,13	106,32	152,55
Песок из этой руды . . . . .	т	158,45	104,84	106,29	130,32	176,55
Руда железная (лимонитовая) . . . . .	т	100,11	101,13	102,89	178,52	234,37
Щебень из железной (лимонитовой) руды	т	105,71	106,73	108,49	184,49	239,97
Песок из железной (лимонитовой) руды .	т	129,71	130,73	132,49	208,12	263,97
Баритовая руда . . . . .	т	464,30	389,41	383,61	339,18	398,68
Щебень из баритовой руды . . . . .	т	469,90	395,01	389,21	344,78	404,28
Песок из баритовой руды . . . . .	т	493,90	419,01	413,21	368,78	428,28
Песок минеральный . . . . .	м <sup>3</sup>	29,30	41,40	33,90	33,90	35,50
Щебень обыкновенный . . . . .	м <sup>3</sup>	53,80	59,40	65,00	53,90	62,90

— защита из специального тяжелого бетона ( $\gamma=3,6 \text{ т/м}^3$ ) с крупным и мелким заполнителями из железной руды;

— защита, часть объема которой (защита собственно реактора) выполнена из специального тяжелого бетона ( $\gamma=4,2 \text{ т/м}^3$ ) с мелким заполнителем из железной руды и крупным заполнителем из железного скрапа, а другая часть (стены центрального зала реактора и пр.) — из обычного бетона ( $\gamma=2,3 \text{ т/м}^3$ );

— защита из специального тяжелого бетона ( $\gamma=4,2 \text{ т/м}^3$ ) с минеральным песком и крупным и мелким заполнителями из металлического скрапа.

При составлении калькуляции стоимостей специального тяжелого бетона были приняты следующие условия поставки материалов: железная руда для центрального района — криворожская, для районов Среднего Урала — гороблагодатская, для районов Сибири — кузнецкая; металлический

Основные данные расчетов приведены в табл. 3. На основе этих расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Применение для биологической защиты реакторов специальных тяжелых бетонов с заполнителями из железной руды, а также бетонов с крупными заполнителями из железной руды и мелкими заполнителями из минерального песка дает сравнительно небольшое (1—12%) увеличение общей строительной стоимости здания реактора и биологической защиты по сравнению со стоимостью здания, в котором применяется обычный бетон.

2. Применение металлического скрапа в качестве крупного заполнителя увеличивает стоимость на 28—33% при использовании тяжелого бетона только для защиты самого реактора, а при использовании этого тяжелого бетона и для защиты стен центрального зала на 60—72%.



А. Н. КОМАРОВСКИЙ

Таблица 3  
Сравнительные данные по бетонной защите крупных реакторов для разных районов СССР

Заполнители бетона	Объемный вес бетона $m^3$	Средняя стоимость бетона руб.				Стоимость бетонной защиты, %				Общий объем здания реактора %	Общая стоимость здания и защиты, %			
		Центр	Средний Урал	Западная Сибирь	Восточная Сибирь	Центр	Средний Урал	Западная Сибирь	Восточная Сибирь		Центр	Средний Урал	Западная Сибирь	Восточная Сибирь
Минеральный песок и щебень (98%), железная руда и железный скрап (2%)	2,3 4,4	249	238	304	260	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Минеральный песок и железная (магнетитовая или гематитовая) руда	3,0	571	476	1 409	775	120	101	243	153	98	105	101	142	112
Железная (магнетитовая или гематитовая) руда	3,6	786	—	1 609	—	138	—	241	—	96,5	108	—	140	—
Мелкая железная (магнетитовая или гематитовая) руда и мелкоталлический скрап (64%), минеральный песок и щебень (36%)	4,2 2,3	2 316	2 295	2 713	2 500	222	237	220	241	95	130	128	133	129
Минеральный песок и железный скрап	4,2	2 316	2 345	2 712	2 650	348	373	348	398	95	164	161	170	171

Таким образом, в любом случае выгоднее для биологической защиты реакторов применять не тяжелый, а обычный бетон. Исключение возможно в том случае, если реактор строится вблизи от места добычи дешевых тяжелых руд, а также при строительстве весьма сложных и дорогих фундаментов и оснований реакторов, когда сокращение габаритов защиты при использовании специальных тяжелых бетонов может в отдельных случаях несколько изменить указанные выше соотношения стоимостей в пользу применения этих бетонов.

Экономика применения специальных тяжелых бетонов для защиты реакторов, заключенных в стальные газонепроницаемые аварийные оболочки, объем и стоимость которых уменьшаются при увеличении плотности бетона (вследствие уменьшения габаритов бетонной защиты), нуждается в дополнительном исследовании. Однако предварительные подсчеты показывают, что и в этих случаях общая стоимость сооружения стационарного реактора с защитой из обычного бетона ниже стоимости реактора с защитой из специального тяжелого бетона.

Аналогичная работа была проведена по определению экономичности применения специальных тяжелых бетонов для биологической защиты синхрофазотрона на 7 Бэв и линейного ускорителя на 35 Мэв. Строительная стоимость определялась в соответствии с условиями центрального района, причем были составлены проекты и сметные расчеты для различных видов специальных тяжелых бетонов.

Эта работа проводилась описанным выше методом. Сравнивались стоимости сооружения всего здания ускорителя при следующих вариантах биологической защиты:

- защита из обычного бетона ( $\gamma = 2,3 \text{ т/м}^3$ );
- защита из бетона ( $\gamma = 3 \text{ т/м}^3$ ) с крупным (кирпичная гематитовая руда) и мелким (минеральный песок) заполнителями;
- защита из бетона ( $\gamma = 3 \text{ т/м}^3$ ) с крупным и мелким заполнителями из липецкой лимонитовой руды;
- защита из бетона ( $\gamma = 3,1 \text{ т/м}^3$ ) с крупным и мелким заполнителями из салаирской баритовой руды;
- защита из бетона ( $\gamma = 3,5 \text{ т/м}^3$ ) с мелким и крупным заполнителями из кирово-железской гематитовой железной руды;

## ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ИЗЛУЧЕНИЙ

— защита из бетона ( $\gamma=4,4 \text{ т/м}^3$ ) с мелким заполнителем из криворожской гематитовой железной руды и крупным заполнителем—металлическим скрапом.

Основные данные этих расчетов приведены в табл 4 и 5.

ном, однако и не вызывает заметного увеличения стоимости строительства; исключение составляют бетоны на баритовых рудах и металлическом скрапе, применение которых увеличивает стоимость защиты приблизительно на 12%.

Таблица 4

Сравнительные данные по бетонной защите кольцевого ускорителя на 7 Бэв (для Центрального района СССР)

Заполнители бетона		Объемный вес бетона $\text{т/м}^3$	Объем бетона в защите		Сокращение здания при применении специальных тяжелых бетонов		Стоимость сооружения здания и защиты	
крупные	мелкие		м <sup>3</sup>	%	площадь м <sup>2</sup>	объем м <sup>3</sup>	млн. руб.	%
Минеральный щебень	Минеральный песок	2,3	13 024	100	—	—	43	100
Железная (гематитовая) руда	Минеральный песок	3,0	10 024	76,5	545	3 790	43,18	100
Железная (лимонитовая) руда	Железная (лимонитовая) руда	3,0	10 024	76,5	545	3 790	43,22	100
Баритовая руда	Баритовая руда	3,1	9 775	—	540	3 874	48,16	112
Железная (гематитовая) руда	Железная (гематитовая) руда	3,5	8 138	62,5	547	5 000	43,13	100
Железный скрап	Железная (гематитовая) руда	4,4	6 837	52,2	666	6 222	48,16	112

Таблица 5

Сравнительные данные по бетонной защите линейного ускорителя на 35 Мэв (для Центрального района СССР)

Заполнители бетона		Объемный вес бетона $\text{т/м}^3$	Объем бетона в защите		Сокращение здания при применении специальных тяжелых бетонов		Стоимость сооружения здания и защиты	
крупные	мелкие		м <sup>3</sup>	%	площадь м <sup>2</sup>	объем м <sup>3</sup>	млн. руб.	%
Минеральный щебень	Минеральный песок	2,3	15 400	100	—	—	18 678	100
Железная (гематитовая) руда	Минеральный песок	3,0	11 500	76	315	4 493	19 419	115
Железная (лимонитовая) руда	Железная (лимонитовая) руда	3,0	11 500	76	315	4 493	20 024	119
Баритовая руда	Баритовая руда	3,1	11 053	73	337	5 040	26 863	160
Железная (гематитовая) руда	Железная (гематитовая) руда	3,5	8 400	56	370	5 095	21 027	125,5
Железный скрап	Железная (гематитовая) руда	4,4	7 876	52	457	5 754	28 476	172

Эта работа позволила сделать следующие выводы:

1. Применение специальных тяжелых бетонов для биологической защиты крупных кольцевых ускорителей не дает экономических преимуществ по сравнению с обычным бето-

2. Применение специальных тяжелых бетонов для защиты крупных линейных ускорителей увеличивает стоимость строительства на 15—20%, применение бетонов на баритовой руде—до 60%, металлическом скрапе—до 72%.

А. Н. КОМАРОВСКИЙ

Если учесть все сказанное выше, а также трудности получения и транспортировки специальных заполнителей для тяжелых бетонов и сложность приготовления бетонов, то можно сделать общий вывод, что для биологической защиты ядерных реакторов и ускорителей применение специальных тяжелых бетонов технически и экономически не оправдано.

Исключение возможно в том случае, если строительство расположено вблизи от места добычи необходимых железных руд. Применение тяжелого бетона может оказаться обоснованным и целесообразным для защиты в целом или для отдельных конструктивных элементов защиты ядерных реакторов и ускорителей еще и в таких, например, случаях:

— когда реактор или ускоритель расположены в небольшом помещении и для размещения оборудования необходимо сократить габариты защиты;

— когда необходимо сократить длины экспериментальных отверстий (например, коллиматорных отверстий в ускорителях);

— если толщина защиты из обычного бетона вызывает недопустимое ограничение угла зрения оператора или экспериментатора (через смотровые окна);

— при необходимости сохранить постоянство защитных свойств всей площади защиты, при местных уменьшениях ее толщины (экспериментального отверстия, газо- и водопроводящие сети и т. п.);

— при необходимости сооружения весьма сложных и дорогих оснований и фундаментов установки, когда сокращение габаритов защиты при использовании специальных тяжелых бетонов в отдельных случаях может несколько изменить указанные соотношения стоимостей в пользу применения этих бетонов.

Поступила в редакцию 14 XII 1957 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. E. Greutz, K. Downes. Appl. Phys. 20, № 12 (1949).
2. C. Beck, C. R. Horner. Concrete 63, № 2, 11 (1955).
3. E. Callan. Concrete Inst. 25, № 1 (1953).
4. J. A. Lane. Nucleonics 13, № 6, 57 (1955).
5. Р. Стефенсон. Введение в ядерную технику. Гостехиздат, Москва, 1956.
6. «Industry Teams Report on A—Power», I—II. Chem. Engng. 60, № 7, 8 (1953).
7. H. M. Glen. Oak Ridge National Laboratory. «Material of Biological Shielding» 2-nd, Nuclear Engineering and Science Conference. March 11—14, 1957. Philadelphia.
8. B. Price, C. Horton, K. Spinney. «Radiation Shielding», Atomic Energy Research Establishment, Harwell, 1957.

## Системы деформации $\alpha$ -циркония

Ю. Н. Сокурский, Л. Н. Проценко

На крупнозернистых поликристаллических образцах, деформированных осаждением, исследованы системы деформации йодидного  $\alpha$ -циркония. Ориентировка зерен определялась по лауэграммам, полученным в специальной камере обратной съемки с лучом малого диаметра. Индексы систем деформации определялись методом двух поверхностей и методом геометрического места полюсов.

Установлено, что  $\alpha$ -цирконий деформируется скольжением по плоскости  $(10\bar{1}0)$  в направлении  $[1\bar{2}10]$  и по плоскости  $(10\bar{1}1)$ . В  $\alpha$ -цирконии обнаружен ряд систем двойникования: а)  $K_1$   $(10\bar{1}2)$ ,  $\eta_1$   $[\bar{1}011]$ ,  $K_2$   $(10\bar{1}\bar{2})$ ,  $\eta_2$   $[10\bar{1}1]$  и  $s=0,173$ ; б)  $K_1$   $(11\bar{2}1)$ ,  $\eta_1$   $[1126]$ ,  $K_2$   $(0001)$ ,  $\eta_2$   $[1120]$  и  $s=0,629$ ; в)  $K_1$   $(1122)$ ,  $\eta_1$   $[1123]$  и в одном случае г)  $K_1$   $(1123)$ ,  $\eta_1$   $[1122]$ .

Известно, что  $\alpha$ -цирконий очень пластичен, намного пластичнее других металлов с гексагональной решеткой. Пластичность материала определяется рядом факторов, в частности, типом и количеством систем деформации. В литературе нет сколько-нибудь точных данных о системах деформации циркония, за исключением некоторых кратких сведений, опубликованных в книге Лустмана и Керде [1].

У титана, аналога циркония по физическим и механическим свойствам, найден ряд новых систем деформации [2], [4], не наблюдавшихся у металлов с гексагональной решеткой. Следовало ожидать появления этих систем деформации и у циркония.

Поскольку попытки получить монокристаллические образцы методом деформации и отжига и путем фазовой перекристаллизации не привели к успеху, все исследования производились на поликристаллическом йодидном цирконии.

Образцы размером  $5 \times 5 \times 7$  мм с достаточно крупным зерном (средний диаметр  $0,5-1,5$  мм) были получены путем длительного ( $\sim 10$  час.) отжига при  $830^\circ\text{C}$ . Исследовались два образца. Две взаимно перпендикулярные плоскости каждого из этих образцов шлифовались, полировались

и с целью выявления границ зерен травились в 20%-ном спиртовом растворе плавиковой кислоты. Для исследования выбирались наиболее крупные зерна, расположенные у ребра, образованного двумя отполированными поверхностями, и видимые на обеих поверхностях.

Ориентировка зерен определялась в специальной камере обратной съемки с первичным лучом, диаметр которого не превышал  $0,2$  мм. Камера была снабжена микроскопом, позволявшим располагать исследуемый образец так, чтобы лауэграмма получалась только от зерна, ориентировку которого предполагалось определить. Расстояние образец—пленка для сокращения экспозиции было уменьшено до  $16$  мм.

После определения ориентировки ряда зерен образцы деформировались осаждением при комнатной температуре в направлении, параллельном ребру, образованному двумя исследуемыми поверхностями.

Линии деформации, образовавшиеся на поверхности зерен с известной ориентировкой, исследовались с помощью оптического микроскопа и фотографировались. По микрофотографиям измерялся угол между этими линиями и ребром, образованным двумя исследуемыми поверхностями. Результаты заме-

Ю. Н. СОКУРСКИЙ, Л. Н. ПРОЦЕНКО

ров наносились на сетку Вульфа-Брегга и обрабатывались в соответствии с общепринятой методикой [5].

### Определение систем двойникования

**Двойники (10 $\bar{1}2$ ).** Плоскость (10 $\bar{1}2$ ) двойников этого типа удалось идентифицировать методом двух поверхностей [5].

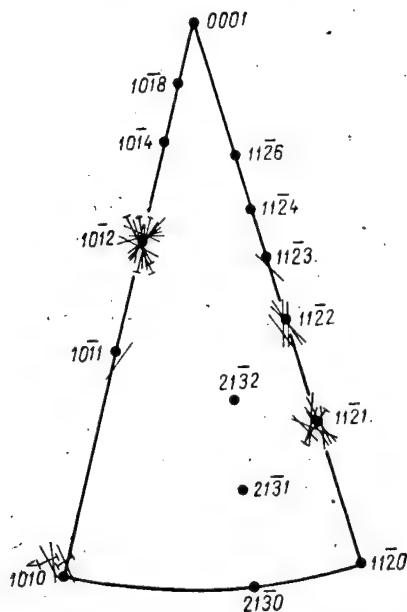


Рис. 1. Стандартная полюсная фигура α-циркония, на которую нанесены участки дуг больших кругов, служащие для определения индексов плоскостей  $K_1$ , систем двойникования и индексов плоскостей скольжения.

† — результаты определения индексов методом двух поверхностей.

Результаты определения индексов этой плоскости двойникования, а также других систем деформации показаны на стандартной кристаллографической проекции кристалла α-циркония (рис. 1). След одного и того же двойника (1102) (рис. 2) был обнаружен на обеих исследуемых поверхностях зерна. Полюс плоскости двойникования однозначно определялся как место пересечения дуг больших кругов, перпендикулярных к соответствующим следам плоскости двойникования.

На рис. 1 показано также, что в районе полюса (10 $\bar{1}2$ ) пересекается большое число дуг больших кругов, перпендикулярных к следам тех двойников (10 $\bar{1}2$ ), обнаружить которые удалось только на одной из исследуемых поверхностей, т. е. они были идентифицированы методом геометрических мест полюсов [6]. Двойники (10 $\bar{1}2$ ) встречаются у большинства гексагональных металлов; они хорошо изучены. Направление сдвига при двойниковании  $\gamma_1$  [1011] в данном случае определяется как место пересечения плоскости двойникования с перпендикулярной ей плоскостью симметрии. Часто двойники имеют чечевицеобразную форму, при приближении к границе зерна или другому двойнику этого типа они становятся тоньше (рис. 3).

Величина сдвига  $s$  вычислялась по измеренным значениям углов между нормальными к шлифованным поверхностям и нормальными к поверхностям двойниковых пластинок (см., например, работу [5]). Измерение этих углов производилось с помощью оптического

Таблица

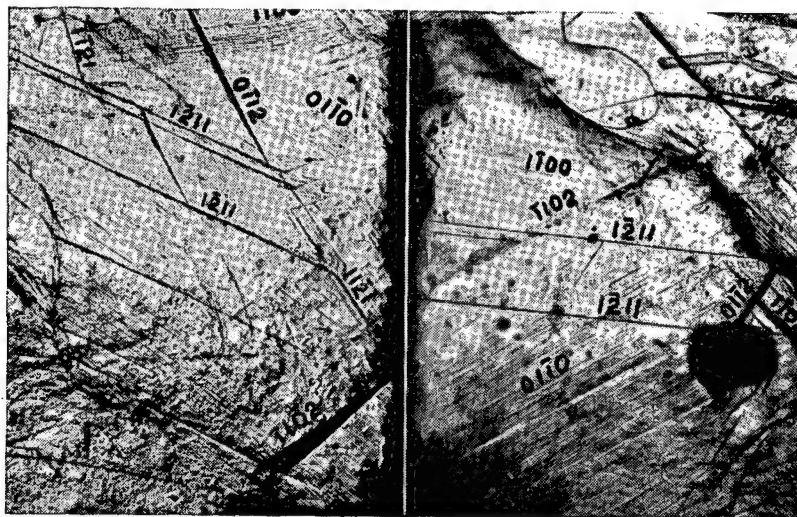
Системы деформации циркония  
Двойникование

Плоскость двойникования		Направление двойникования		Величина сдвига	
$K_1$	$K_2$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$s_{\text{теор}}$	$s_{\text{эксп}}$
(10 $\bar{1}2$ )	(10 $\bar{1}2$ )	[1011]	[10 $\bar{1}1$ ]	$\frac{1}{\sqrt{3}} \frac{a}{c} \left( 3 - \frac{c^2}{a^2} \right)$	0,173
(11 $\bar{2}1$ )	(0001)	[1126]	[1120]	$\frac{a}{c}$	0,629
(11 $\bar{2}2$ )	—	[1123]	—	—	—
(1123)	—	[1122]	—	—	—

Скольжение\*)

Плоскость скольжения	Направление скольжения
(10 $\bar{1}0$ ) (10 $\bar{1}1$ )	[12 $\bar{1}0$ ] —

\*) Скольжение по плоскости базиса не наблюдалось.



445



Ю. Н. СОКУРСКИЙ, Л. Н. ПРОЦЕНКО

Направление сдвига  $\eta_1$   $[11\bar{2}3]$  определяется однозначно как линия пересечения плоскости симметрии с плоскостью двойникования. Величину сдвига,  $K_2$  и  $\eta_2$  в этом случае определить не удалось.

**Двойники (1123).** Поскольку была обнаружена только одна система двойников (1123), (рис. 1 и 2), нельзя считать, что приведенные индексы плоскости двойникования установлены достаточно достоверно. Несомненно, однако, что этим двойникам нельзя приписать индексы какой-либо из определенных выше систем двойникования.

### Определение систем скольжения

Цирконий очень легко деформируется путем скольжения. Системы линий скольжения можно увидеть в большинстве зерен деформированного металла, они наблюдались даже в образцах, деформированных при температуре жидкого азота.

Линии скольжения обычно располагаются (как хорошо видно на рис. 4 и 5) на более или менее одинаковом (0,5—1 мк) расстоянии друг от друга. Высота ступеней, образующихся при скольжении, 0,1 мк. В ряде случаев наблюдалось присутствие в одном зерне 2—3 систем скольжения (рис. 2). Этот факт указывает либо на то, что скольжение

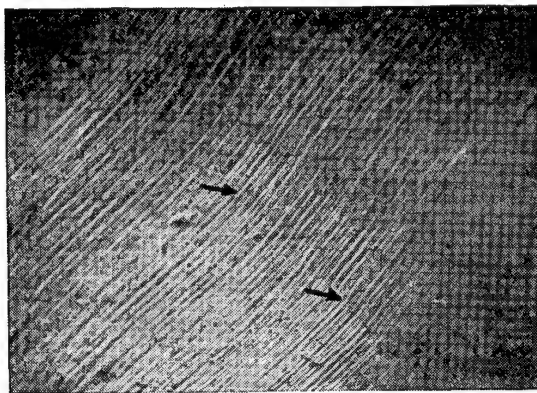


Рис. 4. Поверхность деформированного циркония. Видны линии скольжения и полосы излома ( $\times 500$ ).

идет не по плоскости базиса, а по плоскости с большим фактором повторяемости, либо на то, что скольжение по такой плоскости идет наряду со скольжением по плоскости базиса.

Индексы плоскостей скольжения определялись методами двух поверхностей и геометрических мест полюсов. Было найдено, что в большинстве случаев плоскостью скольжения в цирконии является плоскость  $(10\bar{1}0)$ . В одном случае методом геометриче-



Рис. 5. Электронно-микроскопическое изображение поверхности деформированного циркония. Линии скольжения ( $\times 5000$ ).

ских мест полюсов было найдено скольжение по плоскости  $(10\bar{1}1)$  (рис. 1). Скольжения по плоскости базиса не было обнаружено даже тогда, когда ориентировка зерна по отношению к действующей силе была наиболее благоприятной для действия этой системы деформации. Направление скольжения в плоскости  $(10\bar{1}0)$  было определено по лауэграмме деформированного зерна, как направление, перпендикулярное к оси поворота зерна под действием приложенной нагрузки.

Направление скольжения в плоскости  $(10\bar{1}1)$  не определялось.

В ряде случаев наблюдался сильный изгиб линий скольжения, свидетельствующий о крайне неоднородной деформации. Наблюдались также полосы излома (см. стрелки на рис. 4).

В результате проведенных исследований установлено, что в цирконии, деформируемом при комнатной температуре, действует большое количество систем деформации, в основном аналогичных системам деформации титана. Плоскости скольжения в цирконии имеют высокий фактор повторяемости, и скольжение осуществляется легко даже при низких температурах ( $-196^\circ$ ). Это обстоя-

СИСТЕМА ДЕФОРМАЦИИ  $\alpha$ -ЦИРКОНИЯ

тельство, несомненно, является одной из причин высокой пластичности циркония. В цирконии, однако, не удалось наблюдать скольжения по плоскости базиса и двойников  $K_1$  ( $11\bar{2}4$ ), которые наблюдались в титане несколькими исследователями. Возможно,

что, деформируя монокристаллы, благоприятно ориентированные по отношению к скольжению по плоскости базиса, удастся получить скольжение по плоскости базиса и в цирконии.

Поступила в редакцию 14 XII 1957 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. B. Lustman, F. Kerze. Metallurgy of Zirconium. N. Y., Toronto, London, 1955, p. 348.
2. F. D. Rosi, C. A. Dube, B. H. Alexander. J. Metals 5, 257 (1953).
3. T. S. Liu, M. A. Steinberg. J. Metals 4, 1043 (1952).
4. F. D. Rosi, F. C. Perkins, L. L. Seigle. J. Metals 8, 115 (1956).
5. E. O. Hall. Twinning and Diffusionless Transformation in Metals. London, 1954.
6. R. W. Kahn. Acta Metallurgica 1, 50 (1953).

## Основания для выбора основных параметров линейных ускорителей электронов на большие энергии\*)

Г. А. Зейтленок, В. В. Румянцев, В. Л. Смирнов, Л. П. Фомин, В. К. Хохлов,  
И. А. Гришаев, П. М. Зейдлиц

Рассмотрен выбор основных параметров линейных ускорителей электронов на большие энергии. Определены зависимости длины ускорителя, числа секций, мощности питания, стоимости сооружения и эксплуатации ускорителя от величины напряженности электрического поля на оси волновода, секции которого независимо питаются от высокочастотных генераторов. Минимумы стоимости сооружения и эксплуатации ускорителя не зависят от конечной энергии электронов. Показано, что для питания секций ускорителя выгоднее использовать высокочастотные генераторы возможно большей мощности (больше 20 Мвт). Рассмотрен вопрос об увеличении длительности полезной части высокочастотного импульса.

Сравнительный анализ показывает, что наиболее эффективной ускоряющей системой для линейного ускорителя электронов с бегущей волной является нагруженный дисками волновод, работающий на бегущей  $\pi/2$  волне (рис. 1).

Важным является вопрос о выборе способа питания линейного ускорителя на большие энергии.

Очевидно, что ускоритель на большие энергии должен быть разбит на секции, питаемые от отдельных генераторов. Существует несколько вариантов высокочастотного (в. ч.) питания ускорителя:

1) поток в. ч. мощности каждой секции не проходит в следующие секции (независимое питание секций);

2) несколько секций связаны между собой общим потоком мощности;

3) в каждой секции или группе секций применяется рекуперация в. ч. энергии.

Можно доказать, что для линейного ускорителя электронов на большие энергии наиболее целесообразным является независимое питание секций (рис. 2).

Одним из важнейших параметров уско-

рителя является величина напряженности электрического поля  $E$  на оси ускоряющей системы. Она определяет основные технические показатели, стоимость строительства ускорителя и расходы на его эксплуатацию. Поэтому к выбору этой величины нужно подойти наиболее серьезно.

При заданной энергии электронов увеличение напряженности электрического поля на оси ускоряющей системы приводит к сокращению длины ускорителя. Короткий же ускоритель имеет некоторые преимущества: облегчается компенсация магнитного поля Земли, увеличивается длительность полезной части в. ч. импульса (за счет уменьшения времени установления стационарного режима в питающем волноводе), уменьшается радиальная расходимость пучка. Эти соображения и заставляют увеличивать напряженность электрического поля.

При увеличении  $E$  из-за сокращения длины ускорителя уменьшаются затраты на сооружение ускоряющей системы и защиты от вредных излучений. Однако стоимость ускорителя определяется не только его длиной, но и числом в. ч. генераторов, которое при выбранной мощности одного генератора увеличивается с ростом величины  $E$ . Рассмотрим этот вопрос более подробно.

\*) Доложено на Всесоюзной конференции по физике частиц высоких энергий, 1956 г.

## ВЫБОР ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОНОВ НА БОЛЬШИЕ ЭНЕРГИИ

Длина ускорителя  $L$  при заданной энергии электронов на выходе ускорителя  $W_{\text{вых}}$  определяется величиной средней напряженности электрического поля на оси ускоряющей системы  $E_{\text{ср}}$ :

$$L = \frac{W_{\text{вых}}}{eE_{\text{ср}}}, \quad (1)$$

где  $e$  — заряд электрона.

В ускорителе с независимым питанием  $E_{\text{ср}}$  определяется средней напряженностью поля в секции. В каждой секции напряженность поля экспоненциально убывает по длине, так как в ускоряющей системе происходит рассеяние в. ч. мощности вследствие поглощения ее в стенках волновода. Как известно, величина средней напряженности электрического поля в секции равна

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{l} \int_0^l E_0 e^{-\frac{z}{l_{0E}}} dz = \frac{E_0 l_{0E}}{l} (1 - \alpha), \quad (2)$$

где  $E_0$  — напряженность электрического поля в начале секции;  $l$  — длина секции;  $l_{0E}$  — длина затухания поля;  $\alpha = e^{-\frac{l}{l_{0E}}} = \frac{E_{z=l}}{E_0}$  — коэффициент затухания поля.

Коэффициент  $\alpha$  для секций, не связанных потоком мощности, рационально принять равным 0,5. Тогда  $l$  однозначно определяется величиной  $l_{0E}$ , а средняя напряженность поля в секции — величиной в. ч. мощности на входе секции. Таким образом, определив  $E_{\text{ср}}$  и  $l$ , можно при заданной энергии вычислить общую длину ускорителя и число секций, т. е. количество в. ч. генераторов.

Геометрические размеры волновода для заданной длины волны определяются значениями в. ч. мощности и напряженности электрического поля в начальной части ускорителя.

Радиус отверстия связи в нагрузочных дисках ускоряющей системы (рис. 1) нахо-

дится из известного выражения [1] для мощности на входе секции:

$$S = \frac{k^2 a^4}{960} E_0^2, \quad (3)$$

где  $S$  — в. ч. мощность в начальной части секции в  $\text{вт}$ ;  $a$  — радиус отверстия связи в  $\text{см}$ ;  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  ( $\lambda$  — длина волны в  $\text{см}$ );  $E_0$  — в  $\text{в/см}$ .

При известных  $S$  и  $\lambda$  величина  $a$  зависит только от  $E_0$ . Кривые на рис. 3 показывают зависимость  $ka$  от  $E_0$  для различных значений  $S$ . Радиусы отверстия связи  $a$  и волновода  $b$  однозначно связаны дисперсионным уравнением [2]. Эта связь для  $\beta = 1$  показана на рис. 4.

Длина затухания поля  $l_{0E} = \frac{2S}{D}$ , где  $D$  — потеря в. ч. мощности в стенках волновода. На рис. 5 приведены зависимости  $D$  от  $E_0$  для  $S$ , равной 10 и 40  $\text{Мвт}$ . На основании этих кривых получена зависимость  $l_{0E}$  от  $E$  (рис. 6).

Кривые на рис. 3, 4, 6 позволяют перейти к рассмотрению зависимости длины ускорителя, числа секций в нем и полной мощности питания от величины напряженности электрического поля. Эти зависимости при различных значениях мощности на

Рис. 1. Схема волновода, нагруженного дисками.  $2a$  — диаметр волновода;  $2a$  — диаметр отверстия связи в дисках.

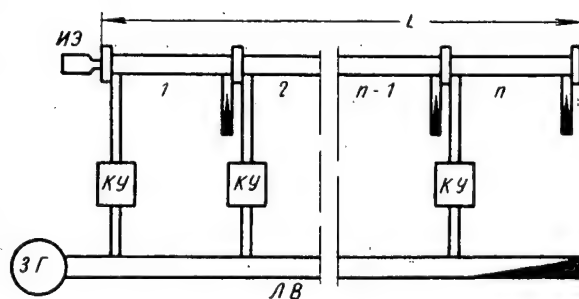


Рис. 2. Схема независимого питания секций линейного ускорителя. ИЭ — инжектор электронов; ЗГ — задающий в. ч. генератор; ЛВ — линия возбуждения; КУ — кlyстронные усилители.

входе секции для  $\alpha = 0,5$  даны на кривых рис. 7, 8 и 9 (для получения более общих выводов величины нормированы к энергии ускоренных электронов  $W_{\text{вых}}$ ).

Кривая зависимости нормированной длины ускорителя от величины напряженности электрического поля (рис. 7) есть равнобоч-

Г. А. ЗЕЙТЛЕНКО, В. В. РУМЯНЦЕВ, В. Л. СМЕРНОВ, Л. П. ФОМИН, В. К. ХОХЛОВ, И. А. ГРИШАЕВ

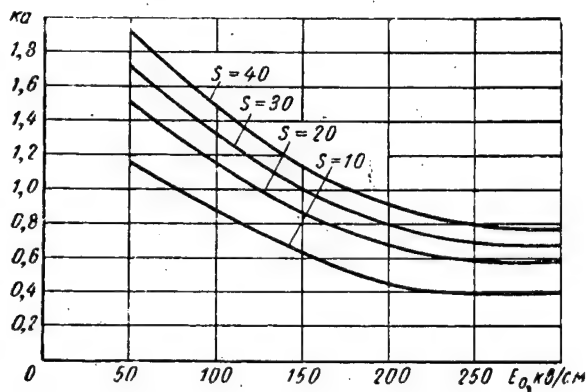


Рис. 3. Зависимость  $ka$  ( $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ ,  $a$  — радиус отверстия в диске) от напряженности поля  $E_0$  для различных значений в. ч. мощности  $S$  (Мет) в начале секции.

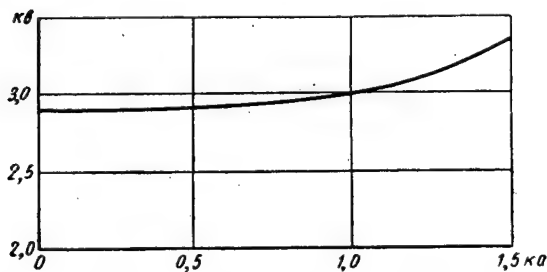


Рис. 4. Зависимость  $kv$  от  $ka$  ( $v$  — радиус волновода,  $a$  — радиус отверстия в диске,  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ ).

ная гипербола. Действительно, из выражений (1) и (2) следует

$$\frac{L}{W_{\text{вых}}} = \frac{r}{E_0}, \quad (4)$$

где

$$r = \frac{1}{e \frac{l_0 E}{l} (1 - \alpha)}. \quad (4a)$$

При  $\alpha = 0,5$   $r = 1,39/e$ .

Зависимости нормированного числа секций от напряженности электрического поля представляют собой прямые линии с различными угловыми коэффициентами (рис. 8). Аппроксимируем зависимость уравнением

$$\frac{n}{W_{\text{вых}}} = pE_0 + q, \quad (5)$$

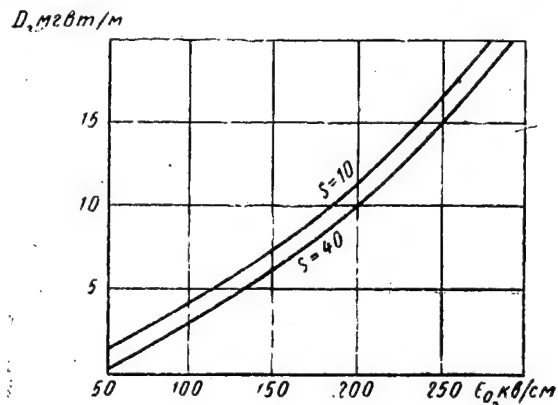


Рис. 5. Зависимость потери в ч. мощности в стенках волновода  $D$  от напряженности поля  $E_0$  для различных значений в. ч. мощности  $S$  (Мет).

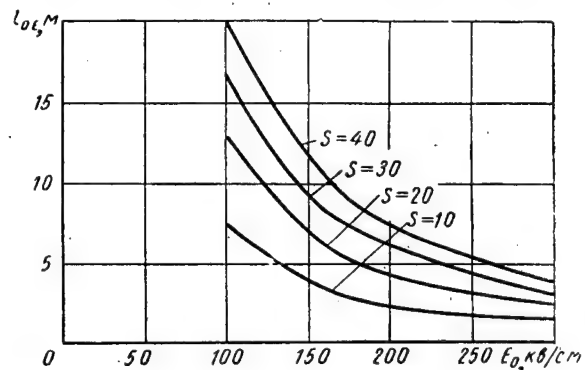


Рис. 6. Зависимость длины затухания поля  $l_0E$  от напряженности поля  $E_0$  для различных значений в. ч. мощности  $S$  (Мет).

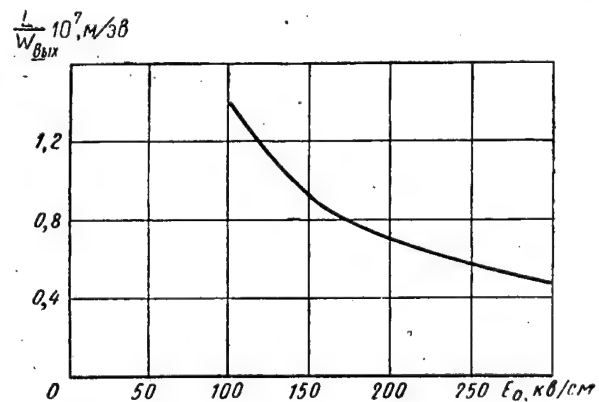


Рис. 7. Зависимость нормированной длины ускорителя  $L/W_{\text{вых}}$  от напряженности поля  $E_0$ .

## ВЫБОР ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОНОВ НА БОЛЬШИЕ ЭНЕРГИИ

где  $p$  и  $q$  — коэффициенты функции мощности на входе секций. Значения этих коэффициентов, определенные из рис. 8, сведены в таблицу.

Таблица  
Значения коэффициентов  $p$  и  $q$

$S$ , Мет.	10	20	30	40
$p \cdot 10^9$ , см/в.эв	0,178	0,0875	0,055	0,042
$q \cdot 10^9$ , эв <sup>-1</sup>	10	7,8	6,95	5,95

Используя зависимости  $L/W_{\text{вых}}$  и  $n/W_{\text{вых}}$  от  $E_0$ , найдем, при каком значении  $E_0$  стоимость ускорителя будет минимальной.

Рассмотрим элементы ускорителя, стоимость сооружения которых пропорциональна его длине. К ним относятся:

1. Помещение, в котором устанавливается ускоряющая система (ширина и высота

$$\frac{L}{W_{\text{вых}}} \cdot 10^9, \text{ эв}^{-1}$$

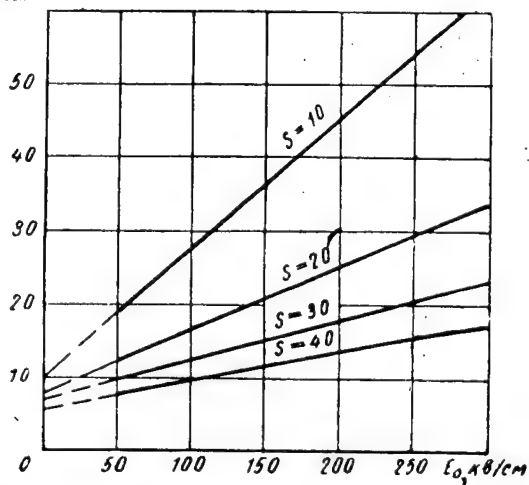


Рис. 8. Зависимость нормированного числа секций  $n/W_{\text{вых}}$  от напряженности поля  $E_0$  для различных значений в. ч. мощности  $S$  (Мет).

этого помещения остаются неизменными при любой длине ускорителя).

2. Фундамент для установки ускоряющей системы.

3. Ускоряющая система (волновод, нагруженный дисками).

4. Бетонные сооружения для защиты персонала от вредных излучений.

К элементам ускорителя, стоимость сооружения которых пропорциональна числу секций, относятся:

1. Помещения для в. ч. генераторов. Общая площадь этих помещений в первом

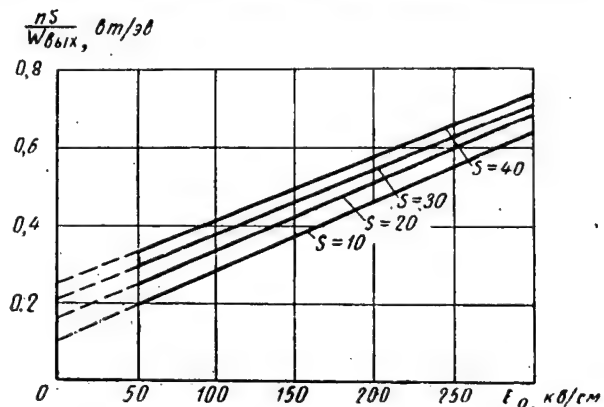


Рис. 9. Зависимость нормированной суммарной в. ч. мощности  $nS/W_{\text{вых}}$  от напряженности поля  $E_0$  для различных значений в. ч. мощности  $S$  (Мет).

приближении пропорциональна количеству генераторов, т. е. числу секций.

2. Вакуумная система. Стоимость оборудования вакуумной системы определяется в основном числом вакуумных агрегатов.

Расчеты показывают, что вакуумная проводимость секций для заданного значения коэффициента затухания, например  $\alpha=0,5$ , мало зависит от ее геометрических размеров, так как увеличение длины секции приводит к увеличению диаметра отверстия связи в нагрузочных дисках и соответственно диаметра волновода. Поэтому в первом приближении можно принять, что мощность вакуумного агрегата секции остается неизменной. Для упрощения расчетов можно принять, что число вакуумных агрегатов возрастает пропорционально числу секций.

3. Генераторы в. ч. питания секций ускорителя.

4. Волноводная система в. ч. питания и фазирующие устройства.

Основными потребителями электроэнергии в ускорителе являются клистронные усилители мощности. Поэтому величина потребляемой электроэнергии будет изменяться пропорционально изменению общей в. ч. мощности  $nS$  (рис. 9). Так как стоимость



Г. А. ЗЕЙТЛЕНКО, В. В. РУМЯНЦЕВ, В. Л. СМЕРНОВ, Л. П. ФОМИН, В. К. ХОХЛОВ, И. А. ГРИШАЕВ

электромашиных агрегатов растет гораздо медленнее, чем их мощность, для грубых расчетов можно принять, что стоимость электрооборудования остается постоянной и не зависит от  $E_0$ .

К постоянным затратам, не зависящим от длины ускорителя и числа секций, относятся также затраты на строительство и оборудование помещений для вывода пучка электронов, мишенных залов, лабораторий и отчасти вспомогательных помещений.

Нас интересуют только затраты, пропорциональные длине ускорителя  $L$  и числу секций  $n$ . Сумма этих затрат  $C$  представляется выражением

$$C = AL + Bn, \quad (6)$$

где  $A$  — затраты, относящиеся к сооружению одного погонного метра ускорителя, т. е. к тем его элементам, стоимость которых пропорциональна длине ускорителя;  $B$  — затраты, относящиеся к одной секции ускорителя, т. е. к тем его элементам, стоимость которых пропорциональна числу секций.

Подставим в уравнение (6) выражения (4) и (5), тогда

$$\frac{C}{W_{\text{вых}}} = \left[ A \frac{r}{E_0} + B(pE_0 + q) \right]. \quad (7)$$

При заданной величине в. ч. мощности на входе секции стоимость зависит только от  $E_0$ . Оптимальная величина напряженности электрического поля  $E_{\text{опт}}$ , соответствующая минимальной стоимости, определяется из уравнения  $\frac{d}{dE_0} \left( \frac{C}{W_{\text{вых}}} \right) = 0$ :

$$E_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{Ar}{Br}} \leq E_{\text{пред}}, \quad (8)$$

где  $E_{\text{пред}}$  определяется электрической прочностью ускоряющей системы. Коэффициент  $p$  определяется величиной  $S$  (см. таблицу). Если  $\alpha = \text{const}$ , то  $r = \text{const}$ , и из выражения (8) следует, что  $E_{\text{опт}}$  зависит только от  $S$  и не зависит от конечной энергии ускоренных электронов.

На рис. 10 представлены зависимости  $E_{\text{опт}}$  и нормированной стоимости  $(C/W_{\text{вых}})_{\text{min}}$  от в. ч. мощности  $S$ . При построении кривых принято, что отношение  $\frac{A}{B} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}^{-1}$ .

Стоимость строительства ускорителя начинает резко возрастать, когда входная мощность становится меньше 20 Мвт.

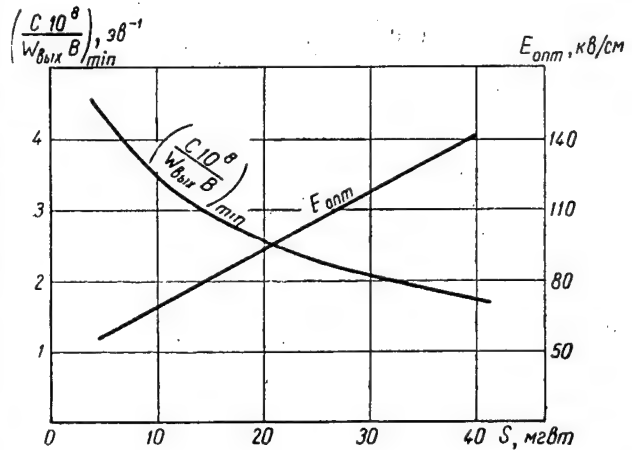


Рис. 10. Зависимости  $E_{\text{опт}}$  и нормированной минимальной стоимости сооружения ускорителя  $(C/W_{\text{вых}})_{\text{min}}$  от в. ч. мощности  $S$  (Мвт).

На рис. 11 показана зависимость нормированной стоимости строительства от напряженности  $E_0$ . Кривые имеют широкие минимумы, причем ширина минимума увеличивается с ростом входной мощности  $S$ . Величина стоимости очень быстро возрастает при

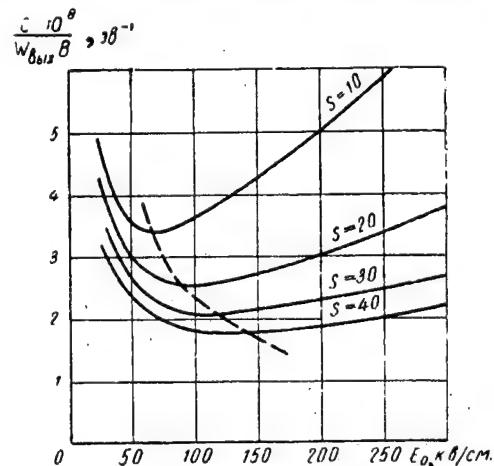


Рис. 11. Зависимость нормированной стоимости сооружения ускорителя от напряженности поля  $E_0$  для различных значений в. ч. мощности  $S$  (Мвт) (пунктирная кривая проходит через точки минимальной стоимости).

$E_0 < E_{\text{опт}}$ , для значений  $E_0 > E_{\text{опт}}$  стоимость возрастает медленно и тем медленнее, чем больше  $S$ .

# ВЫБОР ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОНОВ НА БОЛЬШИЕ ЭНЕРГИИ

Можно таким же образом построить кривые для эксплуатационных расходов. На рис. 12 приведена зависимость нормированных эксплуатационных расходов  $C/W_{\text{вых}}$  от напряженности электрического поля. По характеру эти кривые сходны с кривыми рис. 11. Минимумы кривых для эксплуатационных расходов лежат в области малых значений  $E_0$ , причем величина этих расходов резко возрастает слева от точки минимума.

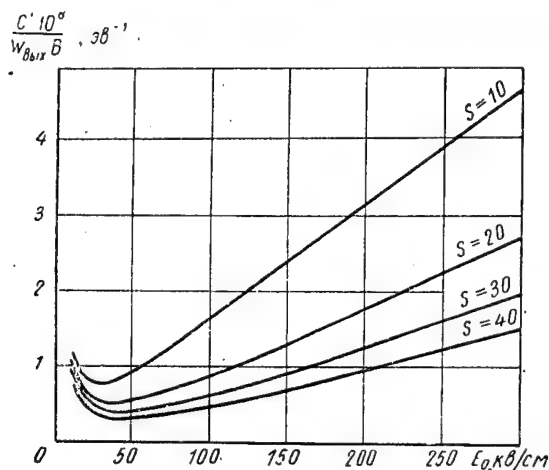


Рис. 12. Зависимость нормированной стоимости эксплуатации ускорителя от напряженности поля  $E_0$  для различных значений в. ч. мощности  $S$  (Мет).

Оптимальные значения напряженности электрического поля, соответствующие минимальным эксплуатационным расходам, меньше значений  $E_{\text{опт}}$ , определяющих наименьшие расходы на сооружение.

Кривые рис. 11 и 12 показывают, что для в. ч. питания секций ускорителя необходимо использовать генераторы с возможно большей мощностью.

Таким образом, стоимости строительства и эксплуатации ускорителя на большие энергии имеют минимумы, соответствующие определенным величинам напряженности электрического поля. Эти минимальные стоимости не зависят от энергии электронов на выходе ускорителя.

В соответствии с этим оптимальные значения основных параметров линейного ускорителя электронов на большие энергии (напряженность поля  $E_0$ , мощность источников в. ч. питания, геометрические размеры ускоряющей системы, длины секций) также

не зависят от величины энергии электронов на выходе ускорителя.

В ускорителях на большие энергии вопросы, связанные с получением возможно большего тока, приобретают исключительно серьезное значение.

В линейном ускорителе величина среднего тока при прочих равных условиях определяется длительностью в. ч. импульса. Однако современные в. ч. генераторы большой мощности позволяют получать импульсы лишь весьма ограниченной длительности, поэтому естественно стремление, как можно полнее использовать этот импульс для ускорения частиц.

Ускорение электронов может происходить лишь в продолжение части в. ч. импульса, создаваемого генератором. Эта полезная часть импульса ограничивается процессами установления в. ч. колебаний как в самой ускоряющей системе, так и в питающих волноводах.

При независимом питании секций ускорителя время установления меньше, чем при других системах питания.

Время движения электронов в линейном ускорителе на большие энергии сравнимо с длительностью в. ч. импульса, создаваемого клистронными генераторами в каждой секции. Поэтому с целью наиболее полного использования длительности этих импульсов для ускорения электронов необходимо возбуждать генераторы не одновременно, а последовательно во времени. Это можно осуществить, если сигнал, управляющий подачей высокого напряжения на клистроны, и в. ч. сигнал от задающего генератора заставить распространяться со скоростью движения ускоряемого электрона, т. е. со скоростью света. В то время как для первого сигнала выполнение этого условия не представляет больших трудностей, для второго сигнала оно является сложной задачей. Эта задача может быть решена двумя путями: увеличением скорости движения электромагнитной волны в возбуждающем волноводе и увеличением длительности импульса возбуждающего в. ч. сигнала.

Скорость распространения в. ч. сигнала в волноводе есть не что иное, как скорость распространения фронта импульса, т. е. групповая скорость сигнала  $v_{\text{гр}}$ . Она определяется типом примененного волновода. После достижения фронтом импульса данной

Г. А. ЗЕЙТЛЕНКО, В. В. РУМЯНЦЕВ, В. Л. СМЕРНОВ, Л. П. ФОМИН, В. К. ХОХЛОВ, И. А. ГРИШАЕВ

точки волновода наблюдается переходный процесс, и лишь через некоторый промежуток времени  $\Delta t$  в. ч. колебания в данной точке можно считать установившимися. Расчеты, произведенные Г. Я. Любарским, показали, что время  $\Delta t$  мало по сравнению со временем распространения. Поэтому в дальнейшем  $\Delta t$  не будет учитываться.

Дадим оценку времени установления стационарного состояния для выбранной системы независимого питания секций ускорителя (см. рис. 2), считая для простоты, что время установления равно времени распространения. Это позволит определить длительность полезной части в. ч. импульса, при этом будем предполагать, что электроны попадают в секцию ускорителя, когда режим в ней уже установится. Длительность полезной части импульса  $\tau_0$  запишется выражением

$$\tau_0 = \tau - \left[ \left( t - \frac{L}{c} \right) + t_k + t_y + t_p \right], \quad (9)$$

где  $\tau$  — длительность в. ч. импульса клистрона;  $t = L/v_{гр}$  — время распространения импульса в гладком волноводе длиной  $L$ ;  $c$  — скорость света;  $t_k$  — время установления стационарного состояния в клистроне;  $t_y$  — время распространения в. ч. колебаний в секции ускорителя;  $t_p$  — время, обусловленное нестабильностью момента зажигания разрядника.

Величина времени распространения в. ч. импульса в секции ускорителя  $\tau_y$  определяется выбором коэффициента затухания  $\alpha$  ускоряющего поля в секции. Когда  $\alpha = 0,5$ ,  $t_y + t_k \approx 0,7$  мксек.

Уменьшение длительности полезной части в. ч. импульса, обусловленное линией возбуждения, равно  $L/v_{гр} - L/c$ . Величина этой разности определяется значением  $v_{гр}$  в возбуждающем волноводе и для стандартных прямоугольных волноводов приведена на рис. 13.

Радикальным решением задачи является применение в качестве линии возбуждения коаксиального волновода ( $v_{гр} = c$ ). При этом не происходит обусловленного линией возбуждения уменьшения длительности полезной части в. ч. импульса.

$$\frac{L}{v_{гр}} - \frac{L}{c}, \text{ мксек}$$

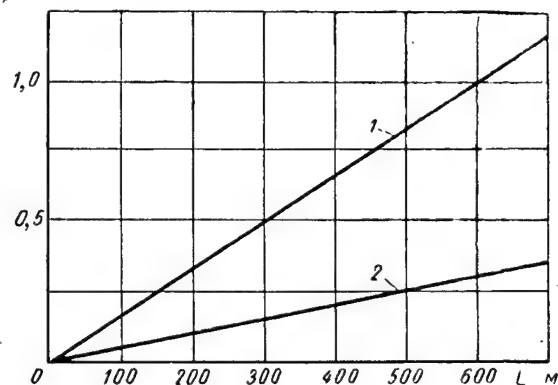


Рис. 13. Зависимость уменьшения полезной части длительности в. ч. импульса, вызванная линией возбуждения (прямоугольный волновод), от длины ускорителя  $L$ .

1 — сечение [волновода  $72 \times 34$  мм<sup>2</sup>; 2 — сечение волновода  $110 \times 54$  мм<sup>2</sup>.

При использовании прямоугольного волновода необходимо увеличить длительность в. ч. импульса на входе в линию возбуждения на величину  $L/v_{гр} - L/c$ . В этом случае надо, чтобы появление импульса высокого напряжения на усилительном клистроне первой секции запаздывало на время  $L/v_{гр} - L/c$  относительно импульса напряжения возбуждения. Специальная схема синхронизации должна обеспечить соответствующие сдвиги во времени и при подаче высокого напряжения на остальные клистроны.

Таким образом, при использовании указанных принципов величина длительности полезной части в. ч. импульса определяется лишь временем установления в ускоряющей секции, клистроне и нестабильностью момента зажигания разрядника. Отношение длительности полезной части импульса к длительности всего импульса не зависит от конечной энергии ускоренных электронов.

Поступила в редакцию 14 V 1957 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Левин. Современная теория волноводов. Изд. ИЛ, 1954.
2. W. Wolkinshow. J. Appl. Phys. 20, 634 (1949).

## Вторичные ядерные реакции при бомбардировке олова быстрыми протонами

М. Я. Кузнецова, В. Н. Мехедов, В. А. Халкин

Радиохимическим методом изучались реакции захвата продуктов расщепления ядрами мишени.

По результатам измерения выходов радиоактивных изотопов теллура ( $Z=52$ ) и йода ( $Z=53$ ) из олова ( $Z=50$ ), облученного протонами с энергией 170—660 Мэв, построены функции возбуждения вторичных реакций, приводящих к образованию продуктов с зарядом, на 2 и 3 единицы большим заряда исходного ядра. Сечения этих реакций растут с увеличением энергии падающих протонов:  $\sigma(\alpha, xn)$  и  $\sigma(Li, xn)$  равны соответственно  $18,5 \pm 5$  и  $0,17 \pm 0,1$  мкбарн при  $E_p=170$  Мэв и  $50 \pm 6,5$  и  $1,6 \pm 0,5$  мкбарн при  $E_p=660$  Мэв. Найденные сечения захвата ядер лития оловом в сравнимом интервале энергий протонов хорошо согласуются с результатами исследований подобных реакций на меди, олове и свинце, но оказываются в 50 раз меньше сечений, полученных Маркезом и Перлманом.

Наблюдаемые сечения вторичной реакции захвата ядер лития удается объяснить, лишь предположив, что их энергия больше той, которую ядра лития могут получить в процессах испарения или деления ядер мишени.

Вторичные реакции типа  $(\alpha, xn)$  можно удовлетворительно объяснить, исходя из испарительного механизма образования ядер гелия.

При облучении различных элементов протонами с энергией в несколько сотен миллионов электроновольт наблюдается образование радиоактивных изотопов с атомными номерами большими, чем у исходного ядра [1]—[6]. Эти изотопы возникают главным образом при захвате ядрами мишени продуктов расщепления  ${}^2\text{He}^4$ ,  ${}^3\text{Li}$  и  ${}^4\text{Be}$ . Сечение вторичных реакций невелико. При энергии 340—480 Мэв  $\sigma_{Z+2} \approx 10^{-29}$  см<sup>2</sup>, а  $\sigma_{Z+3} \approx 10^{-31}$  см<sup>2</sup>. В обоих случаях величина сечения заметно растет с ростом энергии. Например, при облучении меди протонами с энергией 2,2 Бэв сечение образования германия возрастает в 10 раз по сравнению с сечением для протонов с энергией 340 Мэв.

Данные различных авторов о сечениях вторичных реакций удовлетворительно согласуются друг с другом. Исключение составляет лишь работа Маркеза и Перлмана [2], в которой сечение захвата лития оловом по порядку величины почти равно сечению реакции захвата  $\alpha$ -частиц, т. е. в 50—100 раз больше, чем на других элементах.

При постановке настоящей работы исследовались две цели: во-первых, проверить данные работы [2] о сечении образования изотопов йода при облучении олова и, во-вторых, получить дополнительные данные для выяснения механизма вторичных реакций.

### Методика эксперимента

Образцы олова высокой чистоты (содержание примесей меньше  $10^{-4}\%$ ), завернутые в алюминиевую фольгу, облучались протонами на различных радиусах камеры синхротрона. Мишени имели вес 0,2—0,5 г. Облучение производилось в течение 1—2 час. Интенсивность протонного пучка определялась по накоплению  $\text{Na}^{24}$  в алюминиевом мониторе. Сечение реакции  $\text{Al}^{27}(p, 3pn)\text{Na}^{24}$  в изучаемом интервале энергий протонов принималось равным 10 мбарн.

**Выделение йода.** После облучения образец растворялся в горячей концентрированной азотной кислоте, содержащей персульфат калия, 30 мг йода ( $\text{KJO}_3$ ) и 50 мг теллура

М. Я. КУЗНЕЦОВА, В. Н. МЕХЕДОВ, В. А. ХАЛКИН

(азотнокислый раствор). Раствор разбавлялся до 80—100 мл, йодат восстанавливался до йодида сульфитом натрия. Йод отгонялся последовательно через два поглотителя. Первый поглотитель был заполнен 1М раствором  $\text{HNO}_3$ , второй — 1М раствором  $\text{NaOH}$ . После этого элементарный йод дважды экстрагировался хлороформом.

Для измерений готовились мишени из  $\text{PdJ}_2$ . Как правило, химический выход носителя составлял 60—70%. Специальная проверка показала, что потерь радиоактивного йода за счет сорбции на двуокиси олова, образующейся при растворении металлического олова в  $\text{HNO}_3$ , не происходит.

**Выделение теллура.** По окончании отгонки йода содержимое перегонной колбы выпаривалось, и осадок двуокиси олова растворялся в концентрированной соляной кислоте. После удаления избытка  $\text{HNO}_3$  теллур осаждался двуххлористым оловом. Осадок центрифугировался и вновь растворялся смесью концентрированных соляной и азотной кислот. К раствору в количестве 1—2 мг добавлялись обратные носители: селен, сурьма, мышьяк, медь и др. — и проводилось его выпаривание почти досуха. Селен, мышьяк, олово и сурьма удалялись при двукратном выпаривании раствора с 3 мл  $\text{HBr}$ . Одновременно удалялись следы  $\text{HNO}_3$ . Остаток растворялся в 3 М растворе  $\text{HCl}$ , и теллур осаждался из кипящего раствора сернистым газом. Выпаривание раствора с  $\text{HBr}$  и осаждение металлического теллура сернистым газом повторялись дважды. Для очистки от загрязнений благородными металлами теллур пере-

гонялся в токе водорода при температуре 800—900° С. Конденсат смывался азотной кислотой и выпаривался с  $\text{HCl}$  и  $\text{HBr}$ . Осажденный сернистым газом металлический теллур наносился на мишень. Химический выход составлял 20—40%.

**Измерение радиоактивности.** Измерения активности образцов производились на торцовом счетчике со слюдяным окошком толщиной  $\sim 3 \text{ мг/см}^2$ . Обнаружены следующие изотопы йода:  $\text{J}^{126}$  ( $\beta$ ,  $K$ ,  $T=13 \text{ дн.}$ );  $\text{J}^{124}$  ( $\beta$ ,  $K$ ,  $T=4,5 \text{ дн.}$ );  $\text{J}^{123}$  ( $K$ ,  $T=13 \text{ час.}$ );  $\text{J}^{121}$  ( $\beta$ ,  $K$ ,  $T=1,8 \text{ час.}$ );  $\text{J}^{120}$  ( $\beta$ ,  $T=30 \text{ мин.}$ ). Доли  $K$ -захвата у  $\text{J}^{126}$ ,  $\text{J}^{124}$  и  $\text{J}^{121}$  по нашим измерениям, результаты которых будут опубликованы, составляют 50,  $\sim 60$  и  $\sim 60\%$  соответственно. У теллура обнаружен один период около 6 дней. Активность отнесена к  $\text{Te}^{118}$  ( $K$ ,  $T=6 \text{ дн.}$ ), который регистрируется по дочернему изотопу  $\text{Sb}^{118}$  ( $\beta$ ,  $T=3,5 \text{ мин.}$ ,  $E_\beta=3,1 \text{ Мэв}$ ). Выделить на кривой распада период, соответствующий  $\text{Te}^{119}$  ( $K$ ,  $T=4,5 \text{ дн.}$ ), не удается ввиду близости периодов распада  $\text{Te}^{119}$  и  $\text{Te}^{118}$  и малой эффективности регистрации  $x$ -лучей. Активность с периодом 2,5 часа ( $\text{Te}^{117}$ ) не изучалась.

### Результаты опытов

Идентифицированные продукты реакции с зарядом, на 2 и 3 единицы большим, чем у исходного ядра, и сечения их образования при различной энергии протонов приведены в табл. 1. Там же указаны экспериментальные среднеарифметические отклонения сечений, определенные из трех опытов.

Таблица 1

Сечения образования изотопов теллура и йода при бомбардировке олова протонами разной энергии (мб/арн)

Изотопы	Период полураспада	Данные настоящей работы				Данные работы [6]	
		170 Мэв	340 Мэв	480 Мэв	660 Мэв	340 Мэв	480 Мэв
$\text{Te}^{118}$	6 дн.	$3,6 \pm 1,0$	$16,5 \pm 1,5$	$14,5 \pm 7,7$	$10 \pm 1,3$	5,0	11
$\text{J}^{126}$	30 мин.	$0,02 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$	$0,27 \pm 0,2$	0,05	—
$\text{J}^{121}$	1,8 часа	$0,02 \pm 0,005$	$0,067 \pm 0,003$	$0,15 \pm 0,03$	$0,24 \pm 0,007$	0,17	0,45
$\text{J}^{123}$	13 час.	$0,11 \pm 0,08$	$0,3 \pm 0,07$	$0,56 \pm 0,16$	$0,97 \pm 0,2$	0,18	0,38
$\text{J}^{124}$	4,5 дня	$\sim 0,01$	0,024	0,035	$0,06 \pm 0,008$	} 0,11	0,41
$\text{J}^{126}$	13 дн.	$\sim 0,01$	0,02	$0,048 \pm 0,006$	$0,06 \pm 0,01$		
Суммарное сечение для изотопов йода		$0,17 \pm 0,1$	$0,44 \pm 0,084$	$0,9 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,5$	0,51	1,24

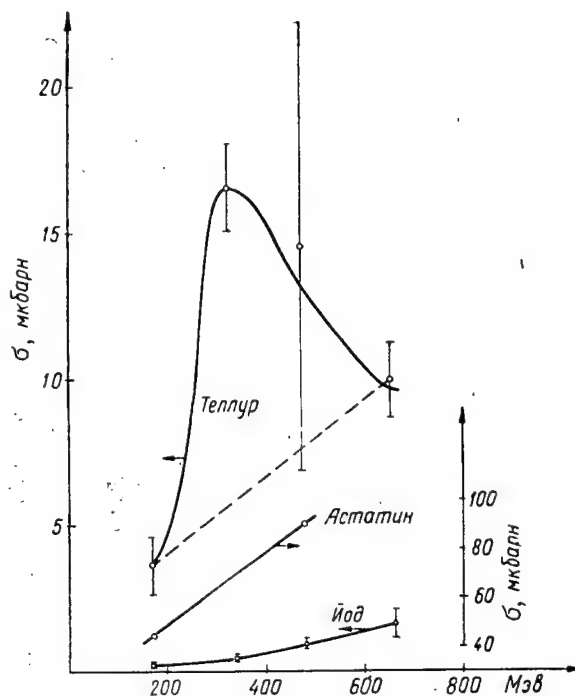
## ВТОРИЧНЫЕ ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ ПРИ БОМБАРИРОВКЕ ОЛОВА БЫСТРЫМИ ПРОТОНАМИ

Малая радиоактивность мишеней и большое количество изотопов йода чрезвычайно затрудняют разложение кривой распада и, следовательно, определение выхода отдельных продуктов. Вполне достоверным можно считать сечение образования  $J^{121}$ . Суммарное сечение может быть немного завышено за счет регистрации электронов внутренней конверсии у  $J^{123*}$ ). По-видимому, абсолютная погрешность в определении суммарного сечения невелика, так как результаты работы [6] (табл. 1), полученные несколько другим методом, довольно хорошо согласуются с настоящими данными. Кроме того, найденные сечения близки к сечениям образования изотопов германия и  $At^{211}$  при бомбардировке меди и свинца протонами [3] (см. табл. 2). Таким образом, из наших данных следует, что сечения вторичной реакции захвата лития оловом при энергии протонов 340 Мэв в 50 раз меньше значения, полученного Маркезом и Перлманом [2]. При этом нами обнаружены те же изотопы йода, но их относительные выходы резко отличаются от данных работы [2].

Предположение о том, что измеренное нами сечение занижено за счет потерь йода из мишени, нагретой в вакуумной камере синхротрона при облучении, исключено контрольными опытами. В этих опытах облучались образцы олова, запаянные в тонкостенную стеклянную ампулу. Полученные при этом сечения образования изотопов йода совпадают с сечениями, приведенными в табл. 1. На основе проведенного анализа возможных загрязнений можно утверждать, что их вклад в образование активного йода незначителен. Так, выделение бария ( $Z=56$ ) показало, что за счет расщепления примесей можно объяснить лишь  $1/25$  часть активности йода.

Изменение сечения образования йода с увеличением энергии протонов показано на нижней кривой рисунка. Более крутое возрастание сечения в области энергий протонов выше 400 Мэв, связанное в основном

с увеличением выхода легких изотопов йода, можно объяснить образованием этих изотопов в реакции захвата быстрого протона с последующим испусканием двух  $\pi$ -мезонов и нескольких нейтронов. К сожалению, скудные экспериментальные данные не позволяют оценить вклад этой реакции и указать область энергий, где она осуществляется.



Выход йода и теллура из олова для протонов различных энергий.

Из сечений вторичных реакций захвата  $\alpha$ -частиц определено только сечение образования  $Te^{118}$  (см. табл. 1). Оно достигает максимального значения при энергии протонов в интервале 340—500 Мэв и далее падает (см. рисунок). Подобная же картина наблюдается при образовании легких изотопов астатина из висмута [1] и  $Ga^{66}$  из меди [5]. Отмеченную своеобразную зависимость наиболее просто можно объяснить осуществлением дополнительной реакции образования  $Te^{118}$  за счет захвата ядрами мишени быстрого протона с последующим испусканием  $\pi$ -мезона и нескольких нейтронов. Сложнее объяснить ход кривой за счет изменения спектра и вероятности рождения  $\alpha$ -частиц, так как

\*) При определении сечения образования  $J^{123}$  учитывались электроны внутренней конверсии. Эффективность регистрации  $\alpha$ -лучей торцовым счетчиком, найденная с помощью эталонного образца  $J^{125}$  ( $K, T=60$  дн.), равнялась 2%. Дополнительные измерения на цилиндрическом счетчике с алюминиевыми стенками подтверждают правильность разложения кривых распада. При этом  $J^{123}$  не обнаруживается, а выходы остальных изотопов согласуются с данными, полученными на торцовом счетчике.



М. Я. КУЗНЕЦОВА, В. Н. МЕХЕДОВ, В. А. ХАЛКИН

Таблица 2

Сечения вторичных реакций захвата  $\alpha$ -частиц и ядер лития для меди, олова, висмута и свинца

Тип реакции	Исходный элемент	Продукт реакции	Экспериментальное сечение 10–30 см <sup>2</sup>	Экстраполированное сечение 10–30 см <sup>2</sup>	Цитируемая литература
Захват $\alpha$ -частиц	Cu	$\text{Ga}^{66} + \text{Ga}^{67} + \text{Ga}^{68}$	26 (340)	90	[3] Настоящая работа
	Sn	$\text{Te}^{118}$	8 (480)	40	
	Bi	$\text{At}^{210} + \text{At}^{211}$	80 (480)	80	
Захват ядер лития	Cu	$\text{Ge}^{68} + \text{Ge}^{69} + \text{Ge}^{70}$	0,3 (340)	0,6	[3] Настоящая работа
	Sn	$\text{J}^{120} + \text{J}^{121} + \text{J}^{123} + \text{J}^{124} + \text{J}^{126}$	0,9 (480)	0,9	
	Pb	$\text{At}^{211}$	0,04–0,08	0,16–0,32	

при этом не объясняется спад кривой в области больших энергий.

Вклад реакций  $(\alpha, xn)$  в образование  $\text{Te}^{118}$  в интервале 180–660 Мэв можно оценить, если принять: 1) при энергиях протонов 180 и 660 Мэв  $\text{Te}^{118}$  в основном образуется именно по этой реакции; 2) в этом интервале энергий сечение образования  $\text{Te}^{118}$  в реакции  $(\alpha, xn)$  изменяется линейно (пунктирная прямая на рисунке). Интерполированная таким образом энергетическая зависимость суммарного сечения  $(\alpha, xn)$ -реакций на олове оказывается близкой к зависимости сечения образования астатина при облучении висмута (сплошная прямая на рисунке). Последнее обстоятельство можно рассматривать как подтверждение правильности нашего объяснения. При энергии протонов 480 Мэв интерполированное значение сечения образования  $\text{Te}^{118}$  в реакции  $(\alpha, xn)$  равно 8 мкбарн.

#### Обсуждение результатов

Для сопоставления наших данных с данными других авторов [1], [3] необходимо оценить полное сечение образования теллура. Для этого достаточно умножить сечение образования  $\text{Te}^{118}$  на коэффициент, приблизительно равный 5\*). Определенное

\*) При изучении образования астатина из висмута [1] было найдено, что в основном астатин образуется в результате реакций  $(\alpha, 2n)$  и  $(\alpha, 3n)$ . Принимая для  $\text{Te}^{118}$  аналогичный механизм образования и учитывая распространенность изотопов олова  $\text{Sn}^{116}$  и  $\text{Sn}^{117}$  (20%), получаем коэффициент, равный 5.

таким образом полное сечение образования теллура (40 мкбарн при  $E_p = 480$  Мэв) оказывается близким к сечению образования изотопов галлия из меди [3] и  $\text{At}^{210}$ ,  $\text{At}^{211}$  из висмута [1] в сравнимом интервале энергий бомбардирующих частиц (табл. 2).

Интересно сопоставить имеющиеся данные по сечениям вторичных реакций. Эти данные собраны в табл. 2. В ней приведены экспериментальные сечения, полученные при разных энергиях протонов (значения энергии в Мэв указаны в скобках). Кроме того, в ряде случаев наблюдались не все продукты реакции. Поэтому для сравнения необходимо экстраполировать сечения к одинаковой энергии бомбардирующих частиц, а также учесть ненаблюдаемые продукты реакций. Экстраполированные сечения для  $E_p = 480$  Мэв приведены в предпоследней графе табл. 2. При экстраполяции сечений предполагалось, что энергетическая зависимость выхода продуктов вторичных реакций на меди такая же, как на олове и висмуте. Поправочный коэффициент, учитывающий возрастание сечений при переходе от 340 к 480 Мэв для изотопов галлия оказался равным 1,0, а для германия—2,0. Поправочный коэффициент на ненаблюдаемые продукты захвата  $\alpha$ -частиц в случае меди равен  $\sim 3$  (изотопы  $\text{Ga}^{66}$ ,  $\text{Ga}^{67}$ , и  $\text{Ga}^{68}$  получены в основном по реакциям  $(\alpha, 2n)$  и  $(\alpha, 3n)$  на изотопе  $\text{Cu}^{65}$  с распространенностью 30%). Для олова этот коэффициент, как указывалось выше, равен 5. При определении полного сечения образования астатина из свинца сечение образования  $\text{At}^{211}$  умножалось на 4. Однако экстраполи-

## ВТОРИЧНЫЕ ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ ПРИ БОМБАРДИРОВКЕ ОЛОВА БЫСТРЫМИ ПРОТОНАМИ

рованное сечение для астатина, по-видимому, занижено за счет неполного химического выделения  $\text{At}^{211}$  в работе [1].

Как видно из табл. 2, реакции захвата  $\alpha$ -частиц идут почти с одинаковым сечением на ядрах с резко различными атомными номерами.

Сечения реакций с захватом ядер лития примерно на два порядка ниже сечения реакций с захватом  $\alpha$ -частиц и также не зависят существенно от атомного номера облучаемого элемента.

Последнее обстоятельство является несколько неожиданным. Из литературы известно, что выход легких ядер  $\text{Li}^8$  и  $\text{Be}^7$  заметно снижается с ростом  $Z$  ядер мишени [2], [7]. Поэтому сечение вторичной реакции захвата лития при переходе от меди к свинцу должно было бы снижаться примерно в 10 раз.

Если наблюдаемое сечение реакции захвата  $\alpha$ -частиц еще можно удовлетворительно объяснить, считая, что они образуются в процессе испарения, то при интерпретации реакций с ядрами лития требуются иные предположки. Маркез и Перлман [2] при анализе выхода йода из олова предполагают, что все ядра лития вылетают с энергией, равной 80 Мэв. Однако их подсчет дал 500-кратное превышение рассчитанных сечений образования  $\text{Li}^8$  или  $\text{Be}^7$  над экспериментальными сечениями.

Расчет по схеме Маркеза и Перлмана с использованием выхода йода, полученного в наших опытах при  $E_p = 340$  Мэв, дает для сечения образования ядер лития значение  $\sim 0,5$  мбарн. Эта величина приблизительно в 10 раз больше сечения образования  $\text{Li}^8$  из ксенона [7] или  $\text{Be}^7$  из серебра [2] при бомбардировке протонами примерно тех же энергий. Однако такое расхождение не существенно из-за качественного характера оценки и того факта, что во вторичных реакциях, помимо  $\text{Li}^8$ , могут участвовать и другие изотопы лития. Сечение образования лития с энергией выше кулоновского барьера можно оценить по результатам изучения звезд с осколками в фотоэмульсии. Подобные эксперименты по наблюдению осколков ( $Z \geq 4$ ) проводили на синхротроне Перфилов и Ложкин [8]. Анализ результатов этой работы показывает, что сечение образования ядер лития равно 0,1 мбарн, что достаточно хорошо согласуется с нашей расчетной величиной.

Расчет в предположении, что все ядра лития образуются с энергией 40 Мэв, дает почти в 15 раз большее значение сечения образования ядер лития по сравнению с расчетом для ядер с энергией 80 Мэв.

По выходу изотопов йода была сделана попытка оценить энергетический спектр  $f(E)$  вылетающих ядер лития. Оценка проводилась на основе формулы\*)

$$B = n \int_0^\infty f(E) dE \int_{E_0}^E \frac{\sigma(E) dE}{-dx}$$

и показала, что предположение о существовании круто падающего спектра приводит к сильно завышенному значению сечения образования ядер лития. Так, для спектра, простирающегося до 80 Мэв по закону  $1/E^2$ , получено  $\sigma_{\text{Li}} = 1$  мбарн. Для спектра  $1/E^8$   $\sigma_{\text{Li}}$  оказывается равным  $\sim 20$  мбарн, т. е. заметно больше, чем наблюдаемые на опыте сечения образования  $\text{Li}^8$  или  $\text{Be}^7$ . Основная погрешность в этих оценках возникает из-за неопределенности функций возбуждения реакций ( $\text{Li}, xn$ ), которые приходится аппроксимировать по аналогии с функциями возбуждения реакций ( $\alpha, xn$ ).

Качественный характер расчетов не дает возможности сделать окончательное заключение об энергетическом спектре реагирующих ядер. Однако эти оценки показывают, что для объяснения наблюдаемого сечения вторичной реакции захвата ядер лития необходимо предполагать, что эти ядра образуются с энергиями, значительно превосходящими те, которые они могут получить в процессах испарения или деления исходных ядер мишени. Можно думать, что испускание быстрых осколков, ответственных за вторичные реакции, происходит при соударении падающего протона с подструктурой ядра, образующейся в результате флуктуаций плотности ядерного вещества. Подобные соображения уже высказывались неоднократно в литературе [8], [9], но сколько-нибудь законченная теория этого явления пока не создана. Нам представляется, что наряду

\*) В этой формуле:  $B$ —выход продуктов захвата;  $n$ —число ядер олова в 1 см<sup>2</sup>;  $-\frac{dE}{dx}$ —потери энергии ядер лития на ионизацию;  $E_0$ —начальная энергия в функции возбуждения для реакции захвата ядер лития оловом  $\sigma(E)$ .

М. Я. КУЗНЕЦОВА, В. Н. МЕХЕДОВ, В. А. ХАЛКИН

с другими методами исследования успешному пониманию особенностей этого механизма взаимодействия будет способствовать дальнейшее изучение вторичных реакций.

Авторы благодарят Б. В. Курчатова,

В. Г. Соловьева и И. Ю. Левенберг за помощь в проведении настоящей работы, а также В. П. Джелепова, М. Г. Мещерякова и Г. А. Лексина за ценные критические замечания.

Поступила в редакцию 18 VI 1957 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б. В. Курчатова, В. Н. Мехедов, М. Я. Кузнецова, Л. И. Курчатова, Н. И. Борисова. Сводный отчет ОИЯИ, № 633, 1951.
2. L. Marquez, I. Perlman. Phys. Rev. 81, 953 (1951).
3. R. E. Batrel, D. K. Miller, L. T. Seaborg. Phys. Rev. 84, 671 (1951).
4. A. Tarnevich, N. Sugarman. Phys. Rev. 94, 728 (1954).
5. А. П. Виноградов, И. П. Алимарин, В. И. Баранов, А. Н. Лаврухина, Т. В. Баранова, Ф. И. Павлоцкая. Сессия АН СССР по мирному использованию атомной энергии (заседания отд. хим. наук). Изд. АН СССР, 1955, стр. 97.
6. Б. В. Курчатова, В. Н. Мехедов, Л. И. Курчатова, М. Я. Кузнецова, Л. В. Кузнецова. Отчет ОИЯИ, № 258, 1953.
7. S. C. Wright. Phys. Rev. 79, 838 (1950).
8. О. В. Ложкин, Н. А. Перфилов, ЖЭТФ 31, 913 (1956).
9. Д. И. Блохинцев, УФН LXI, 137 (1957).

## Дозиметрические характеристики смеси осколков деления урана

К. К. Аглинцев, А. Н. Горобец, В. П. Касаткин, Э. С. Кондакова

Представлены результаты расчетов различных дозиметрических характеристик осколочных элементов: процентный состав смеси для времени облучения урана  $t_0 = 100$  дн. и периода охлаждения  $\tau = 15-540$  дн., изменение во времени активности смеси для  $t_0$ , равного 60, 100 и 150 дн. Расчетные данные удовлетворительно совпадают с результатами радиохимических анализов.

Гамма-постоянная смеси практически не зависит от  $t_0$  (в пределах 60—150 дн. и также остается приблизительно постоянной в интервале  $\tau$ , равном 15—180 дн.

Работа ядерных реакторов сопровождается образованием значительных количеств осколочных радиоактивных изотопов. Практическое использование препаратов, изготовленных из смеси осколков деления, требует знания радиохимического состава и дозиметрических характеристик подобной смеси. Очевидно, должны приниматься во внимание те изотопы, которые обладают относительно высоким выходом и большим периодом полураспада, а также двух- или трехчленные цепочки, содержащие подобные изотопы. Данные о таких изотопах приведены в табл. 1 [1] — [4]. В том случае, если изотоп не образуется при делении урана, а получается в результате распада осколочного изотопа, в таблице указана цепочка, приводящая к его образованию. Газообразные осколки деления — криптон, йод, ксенон — из табл. 1 исключены, так как они улетучиваются из смеси осколков.

Расчет активности изотопов, образующихся непосредственно при делении и в двухчленных цепочках, производится по формулам:

$$(\lambda_1 N_1)\tau = F p_1 (1 - e^{-\lambda_1 t_0}) e^{-\lambda_1 \tau},$$

$$(\lambda_2 N_2)\tau = \frac{F p_1 T_1}{T_1 - T_2} (1 - e^{-\lambda_1 t_0}) e^{-\lambda_1 \tau} +$$

$$+ \frac{F p_1 T_2}{T_2 - T_1} (1 - e^{-\lambda_2 t_0}) e^{-\lambda_2 \tau},$$

где  $p_1$  — выход при делении;  $t_0$  — длительность облучения урана в реакторе;  $\tau$  — время, отсчитанное от момента окончания облу-

чения;  $\lambda_1, \lambda_2, T_1$  и  $T_2$  — постоянные распада и периоды полураспада изотопов;  $F$  — число актов деления на 1 квт мощности реактора.

Таблица 1  
Выходы и цепочки распада некоторых осколков деления

Изотоп	Выход при делении, %	Цепочка
Sr <sup>89</sup>	4,8	—
Sr <sup>90</sup>	5,8	—
Sr <sup>91</sup>	5,1	—
Y <sup>90</sup>	—	Sr <sup>90</sup> → Y <sup>90</sup>
Y <sup>91</sup>	5,9	—
Y <sup>91</sup>	—	Sr <sup>91</sup> → Y <sup>91</sup>
Zr <sup>95</sup>	6,0	—
Nb <sup>95</sup>	—	Zr <sup>95</sup> → Nb <sup>95</sup>
Ru <sup>103</sup>	2,9	—
Ru <sup>106</sup>	0,4	—
Rh <sup>106</sup>	—	Ru <sup>106</sup> → Rh <sup>106</sup>
Cs <sup>137</sup>	5,9	—
Ba <sup>140</sup>	6,3	—
Ba <sup>141</sup>	4,6	—
La <sup>140</sup>	—	Ba <sup>140</sup> → La <sup>140</sup>
La <sup>143</sup>	3,8	—
Ce <sup>141</sup>	5,7	—
Ce <sup>141</sup>	—	Ba <sup>141</sup> → La <sup>141</sup> → Ce <sup>141</sup>
Ce <sup>143</sup>	5,4	—
Ce <sup>144</sup>	6,2	—
Pr <sup>143</sup>	—	La <sup>143</sup> → Ce <sup>143</sup> → Pr <sup>143</sup>
Pr <sup>144</sup>	—	Ce <sup>144</sup> → Pr <sup>144</sup>
Nd <sup>147</sup>	2,6	—
Pm <sup>147</sup>	2,6	—
Pm <sup>147</sup>	—	Nd <sup>147</sup> → Pm <sup>147</sup>

На рис. 1 приведены результаты расчета процентного радиохимического состава

К. К. АГЛИНЦЕВ, А. Н. ГОРБЕЦ, В. П. КАСАТКИН, Э. С. КОНДАКОВА

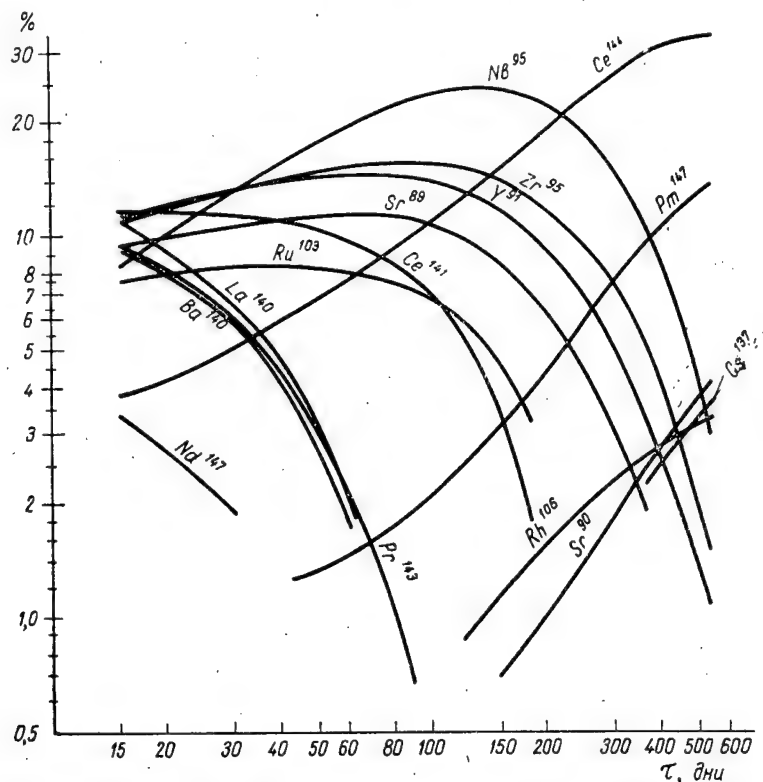
Рис. 1. Радиохимический состав смеси осколков деления урана различного возраста ( $t_0=100$  дн.).Содержание  $\text{Pr}^{144}$  и  $\text{Y}^{90}$  определяются по кривым для  $\text{Ce}^{144}$  и  $\text{Sr}^{90}$ .

Таблица 2

Процентный состав изотопов при различном времени охлаждения осколков деления  $t_0=100$  дн.

Изотоп	Процентный состав $\tau=45$ дн.		Процентный состав $\tau=400$ дн.	
	расчет	эксперимент	расчет	эксперимент
$\text{Sr}^{89} + \text{Sr}^{90}$	11,2	11,4	4,3	7,2
$\text{Y}^{90} + \text{Y}^{91}$	14,1	17,7	5,3	5,0
$\text{Zr}^{95}$	14,2	13,6	4,2	3,2
$\text{Nb}^{95}$	15,9	12,8	8,5	4,6
$\text{Ru}^{103}$	8,3	5,1	—	—
$\text{Rh}^{106}$	—	—	2,7	1,0
$\text{Cs}^{137}$	—	—	2,6	2,9
$\text{Ba}^{140}$	3,4	3,9	—	—
$\text{La}^{140}$	4,0	—	—	—
$\text{Ce}^{141} + \text{Ce}^{144}$	17,0	—	30,2	33,0
$\text{Pr}^{143}$	3,7	—	—	—
$\text{Pr}^{144}$	6,5	—	30,2	33,0
$\text{Pm}^{147}$	1,2	—	10,2	11,5
$\text{La}^{140} + \text{Pr}^{143} + \text{Pm}^{147}$	8,9	9,2	—	—
$\text{Ce}^{141} + \text{Ce}^{144} + \text{Pr}^{144}$	23,5	24,2	60,4	66,0

осколков деления урана для  $t_0=100$  дн. и  $\tau=15 \div 540$  дн. На рис. 2 показано изменение во времени суммарной активности  $A$  осколков деления для  $t_0$ , равного 60, 100 и 150 дням.

В табл. 2 сопоставлены данные расчетов и результаты радиохимических анализов смеси осколков деления урана для  $t_0$ , равного 100 дням, и  $\tau$ , равного 45 и 400 дням.

Как видно из табл. 2, экспериментальные и расчетные данные удовлетворительно совпадают.

Дозиметрические характеристики смеси осколков деления определяются распределением энергии электронов в  $\beta$ -спектре смеси, энергией  $\gamma$ -квантов и числом  $\gamma$ -квантов на  $\beta$ -частицу. Данные по  $\beta$ -спектру определяют проникающую способность, поверхностные и глубинные дозы в поле излучателя любой конфигурации; данные по  $\gamma$ -спектру —  $\gamma$ -постоянную и проникающую способность  $\gamma$ -излучения.

Бета-спектры смеси осколков деления отличаются чрезвычайной сложностью: в смеси

## ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СМЕСИ ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ УРАНА

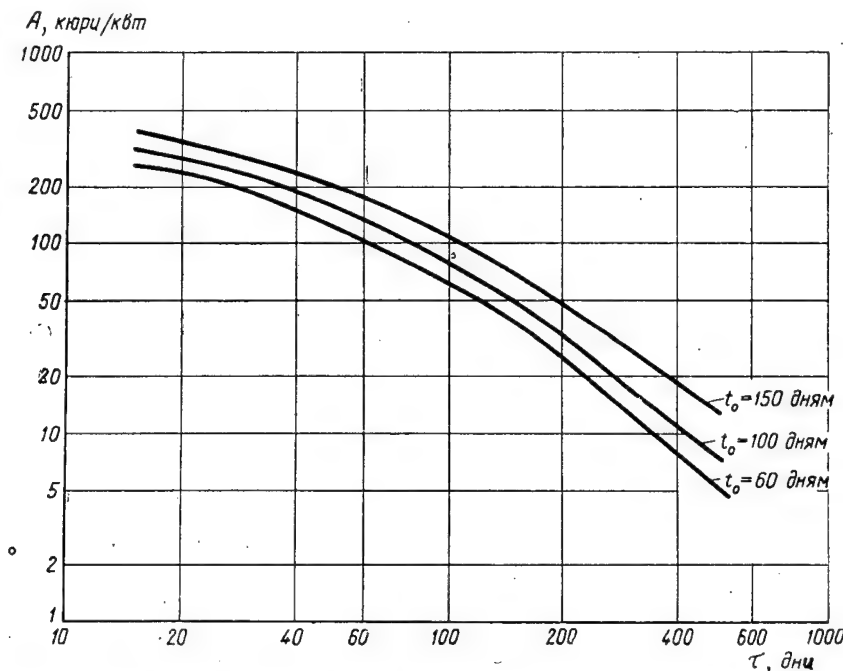


Рис. 2. Изменение суммарной активности смеси осколков деления урана во времени.

осколков встречаются  $\beta$ -спектры с максимальной энергией от 0,16 ( $\text{Nb}^{95}$ ) до 3,5 Мэв (парциальный  $\beta$ -спектр  $\text{Rh}^{106}$ ). Соотношения между мягкими и жесткими  $\beta$ -спектрами непрерывно изменяются по мере изменения состава смеси осколков деления.

Основными  $\gamma$ -излучателями в смеси осколков деления являются:  $\text{Zr}^{95}$ ,  $\text{Nb}^{95}$ ,  $\text{Ru}^{103}$ ,  $\text{Rh}^{106}$ ,  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Ba}^{140}$ ,  $\text{La}^{140}$ ,  $\text{Pr}^{144}$ ,  $\text{Nd}^{147}$ . Остальные изотопы являются источниками либо очень мягкого ( $h\nu < 200$  кэв), либо очень слабого  $\gamma$ -излучения.

В смеси молодого возраста ( $\tau \leq 60$  дн.) наиболее важное значение имеет  $\gamma$ -излуче-

ние  $\text{Ba}^{140}$ ,  $\text{La}^{140}$ ,  $\text{Zr}^{95}$ ,  $\text{Nb}^{95}$  и  $\text{Nd}^{147}$ , в среднем возрасте ( $60 < \tau < 360$  дн.) —  $\text{Zr}^{95}$  и  $\text{Nb}^{95}$  и в старых смесях ( $\tau > 360$  дн.) —  $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Rh}^{106}$ ,  $\text{Pr}^{144}$ .

Гамма-постоянная смеси, т. е. мощность дозы в р/час на расстоянии 1 м от препарата в 1 кюри, получается суммированием значений  $\gamma$ -постоянных отдельных изотопов, умноженных на долю их содержания в смеси. Результаты приведены в табл. 3.

Как видно из табл. 3,  $\gamma$ -постоянная сохраняет приблизительно постоянное значение в пределах 0,15—0,17 р/час·кюри·м при возрасте смеси  $\tau = 15$ —180 дн., потом

Таблица 3

Значения  $\gamma$ -постоянной смеси осколков в зависимости от  $\tau$  и  $t_0$ 

$t_0 \backslash \tau$	15	30	45	60	90	120	150	180	360	540
60	0,175	0,160	0,150	0,152	0,155	0,155	0,155	0,155	0,080	0,020
100	0,175	0,170	0,150	0,155	0,155	0,155	0,150	0,140	0,070	0,020
150	0,170	0,160	0,165	0,155	0,155	0,155	0,150	0,140	0,065	0,020



Н. К. АГЛИНЦЕВ, А. Н. ГОРОВОЦ, В. П. КАСАТКИН Э. С. КОНДАКОВ

быстро убывает до 0,07—0,08  $\text{p/час} \cdot \text{кюри} \cdot \text{м}$  при  $\tau=360$  дн. и до 0,02  $\text{p/час} \cdot \text{кюри} \cdot \text{м}$  при возрасте 540 дней.

Подобная зависимость  $\gamma$ -постоянной от возраста осколков деления определяется

си осколков деления— $\gamma$ -постоянная или число грамм-эквивалентов радия на кюри—практически не зависят от длительности  $t_0$  облучения урана в реакторе в том случае, если величина  $t_0$  лежит в пределах 60—150 дн.

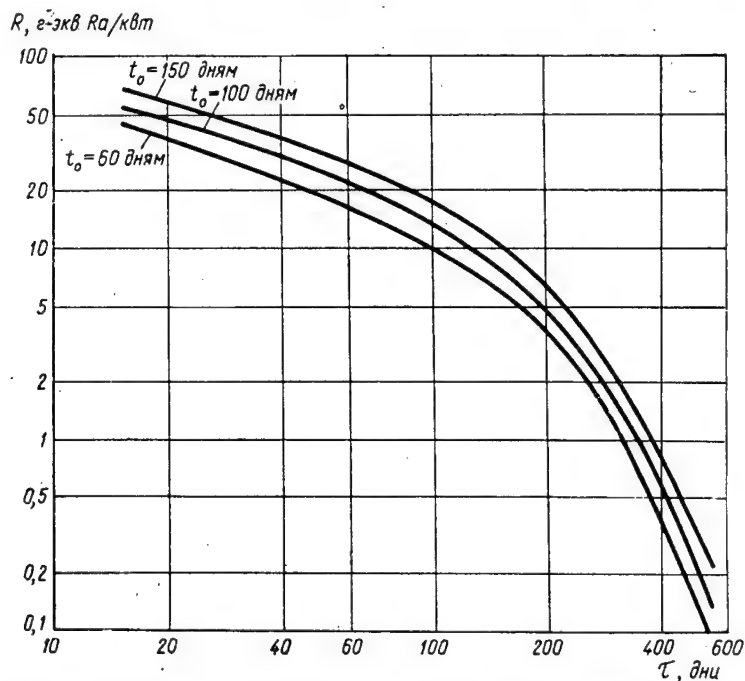


Рис. 3. Изменение  $\gamma$ -эквивалента смеси осколков деления урана во времени.

тем, что при возрасте больше 180 дней количество  $\text{Zr}^{95} + \text{Nb}^{95}$  быстро убывает и не может быть скомпенсировано медленным нарастанием долгоживущих изотопов  $\text{Cs}^{137}$  и  $\text{Rh}^{106}$ .

Переход от значения  $\gamma$ -постоянной в  $\text{p/час} \cdot \text{кюри} \cdot \text{м}$  к  $\gamma$ -эквиваленту препаратов в грамм-эквивалентах радия производится делением на 0,84. Значения  $\gamma$ -постоянной 0,02, 0,07 и 0,15—0,17  $\text{p/час} \cdot \text{кюри} \cdot \text{м}$  соответствуют значениям  $\gamma$ -эквивалента, равным 0,024, 0,096 и 0,18—0,20  $\text{г-экв Ra/кюри}$ .

Рассмотрение табл. 3 показывает, что основные дозиметрические характеристики сме-

Точно так же и изменение  $\gamma$ -постоянной с возрастом  $\tau$  смеси приблизительно одинаково при различных значениях  $t_0$ . Из рис. 2 видно также, что при увеличении  $t_0$  активность смеси увеличивается; это особенно заметно при больших значениях  $\tau$ . Сопоставив данные рис. 2 и табл. 3, можно легко найти  $\gamma$ -эквивалент  $R$  смеси осколков, выраженный в грамм-эквивалентах радия на киловатт мощности реактора. Полученные значения приведены на рис. 3.

Поступила в редакцию 5 IX 1957 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. C. Coryell, N. Sugermann. Radiochemical Studies. The Fission Products. McGraw-Hill, N. Y., 1951.
2. G. Reed, A. Turkevich. Phys. Rev. 92, 1473 (1953).
3. L. Glendenin et al. Proc. Intern. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy, Geneva, 1955. N. Y., 1956, v. VII, p. 3.
4. W. Hardwick. Phys. Rev. 92, 1072 (1953).

# Письма В РЕДАКЦИЮ

## Тормозное излучение при делении ядер\*

А. И. Алексеев

Кулоновское взаимодействие осколков ядра между собой неизбежно приводит к электромагнитному излучению при распаде ядер. Подсчет этого излучения заметно упрощается, если принять во внимание следующее. Электромагнитное излучение будет наиболее интенсивным при движении осколков в области порядка размеров борковского радиуса материнского атома, так как внутри этой области движущиеся осколки еще не успеют «обрасти» электронами и, следовательно, их кулоновское взаимодействие является наибольшим. Образование осколков ядра электронами материнского атома происходит с большой вероятностью [1], поскольку во всех случаях распада ядер скорость осколков не превосходит средней скорости электронов атома. Если скорость осколков ядра много меньше средней скорости электронов внешней оболочки материнского атома, то ионный заряд продуктов распада в начале трека практически равен нулю [1], т. е. происходит полное обволакивание осколков электронами материнского атома. В дальнейшем мы будем интересоваться только сплошным спектром тормозного излучения осколков ядра и поэтому оставляем без внимания излучение отдельных квантов, обусловленное перестройкой электронных оболочек при «обрастании» осколков. Вместе с тем рассмотрение дефектов масс ядер показывает, что при делении тяжелых ядер освобождается энергия от нескольких миллионов электроновольт до 200 Мэв на один акт деления [2]. При такой энергии длина волны де Бройля для каждого осколка много меньше размеров области интенсивного излучения. Так, при распаде ядра с зарядом  $Z$  на два осколка с массовыми числами  $A_1$  и  $A_2$  получим

$$\lambda_s = \frac{e^2}{\hbar c} \frac{Z}{\sqrt{A_s}} \left( \frac{m_0}{m} \right)^{1/2} \left( \frac{m_0 c^2}{E_s} \right)^{1/2}, \quad (1)$$

где  $\lambda_s$  — длина волны де Бройля  $s$ -го осколка ( $s=1,2$ );  $a$  — борковский радиус материнского атома;

\*) Данное сообщение является частью дипломной работы, выполненной автором в 1952 г. в МИФИ под руководством профессора А. Б. Мигдала.

$m$  и  $m_0$  — массы соответственно нуклона и электрона;  $E_s$  — кинетическая энергия  $s$ -го осколка после деления ядра;  $e^2/\hbar c = 1/137$ . Поскольку при распаде тяжелых ядер энергия  $E_s$  в среднем исчисляется миллионами электроновольт, то для всех случаев деления тяжелых ядер отношение  $\lambda_s/a$  по порядку величины меньше  $10^{-2}$ . Как известно, малость длины волны де Бройля по сравнению с характеристическим размером задачи является условием классического описания движения частицы. Поэтому подсчет электромагнитного излучения, сопровождающего разлет осколков от точки их выхода из потенциального барьера до бесконечности, можно провести на основе классических представлений. Такое рассмотрение, однако, неприменимо в малой области вблизи точки выхода осколков из потенциального барьера (т. е. вблизи точки, где классический импульс осколка равен нулю), поскольку в этой области нарушается основное требование квазиклассического описания [3]:

$$\frac{d}{dr} \left( \frac{\hbar}{p(r)} \right) \ll 1, \quad (2)$$

где  $p(r) = \sqrt{2\mu(E-U(r))}$  — классический импульс частицы массы  $\mu$ , движущейся с полной энергией  $E$  в потенциальном поле  $U(r)$ . Как показывает оценка, область значений  $r$ , в которой не выполняется требование (2), имеет размер порядка  $\Delta r = 10^{-2} R$  ( $R$  — точка выхода осколка из потенциального барьера, определяемая уравнением  $E-U(r)=0$ ), поэтому излучение осколков в этой области мало по сравнению с их общим тормозным излучением.

Рассмотрим распад ядра на два осколка с массовыми числами  $A_1$ ,  $A_2$  и зарядами  $Z_1$ ,  $Z_2$ . При движении в области порядка  $a$  осколки взаимодействуют по закону Кулона, вне этой области осколки «обрастают» электронами, поэтому их взаимодействие убывает по сложному закону. Однако оценка показывает, что тормозное излучение вне области порядка  $a$  в  $(R/a)^3$  раз меньше тормозного излучения осколков внутри этой области. Это обстоятельство позволяет вовсе пренебречь тормозным излучением вне области  $a$ , как малой величиной, лежащей за пределами точности данного расчета. Поэтому

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

достаточно рассмотреть движение осколков только внутри области порядка  $a$ . Кулоновское взаимодействие осколков между собой заставляет их двигаться ускоренно. Согласно законам классической электродинамики заряд, движущийся ускоренно, излучает. При этом время интенсивного излучения для осколков ядра равно  $a/v$  ( $v$  — средняя относительная скорость осколков), так что энергия в основном будет излучаться в виде волн с частотами  $\omega$ , не превышающими величины  $v/a$ :

$$\omega < v/a. \quad (3)$$

Для таких частот длины волн  $\lambda_\omega$  велики по сравнению с размером области интенсивного излучения  $a/\lambda_\omega = v/c \ll 1$ , поэтому основным излучением заряженных осколков является дипольное излучение, которое в данном случае имеет следующее спектральное разложение:

$$d\mathcal{E}(\omega) = \frac{4}{3\pi} \frac{e^2}{\hbar c} \left( \frac{Z_1}{A_1} - \frac{Z_2}{A_2} \right)^2 \frac{A_1 A_2}{A_1 + A_2} \frac{E}{mc^2} |f(\omega)|^2 \hbar d\omega, \quad (4)$$

где

$$f(\omega) = \int_0^\infty \frac{\exp \left[ -i \frac{\omega}{\omega_0} (\text{sh} \xi + \xi) \right]}{\text{ch} \xi + 1} d\xi, \quad (5)$$

$$\omega_0 = \left( \frac{2(A_1 + A_2)E}{A_1 A_2 m} \right)^{1/2} \frac{2E}{Z_1 Z_2 e^2}.$$

Здесь  $d\mathcal{E}(\omega)$  — количество энергии, излученной (за все время движения осколков) в виде волн с частотами в интервале  $d\omega$ ;  $E$  — кинетическая энергия обоих осколков на бесконечности;  $m$  — масса нуклона. В интеграле (5) конечный верхний предел интегрирования, определяемый размером области интенсивного излучения  $a$ , заменен на  $\infty$ . Допускаемая при этом ошибка имеет порядок  $R/a$ .

При малых частотах  $\omega \ll \omega_0$  энергия, излученная с частотой  $\omega$ , не зависит от частоты:

$$d\mathcal{E}(\omega) = \frac{4}{3\pi} \frac{e^2}{\hbar c} \left( \frac{Z_1}{A_1} - \frac{Z_2}{A_2} \right)^2 \frac{A_1 A_2}{A_1 + A_2} \frac{E}{mc^2} \hbar d\omega. \quad (6)$$

При больших частотах  $\omega \gg \omega_0$  энергия, излученная с частотой  $\omega$ , квадратично убывает с частотой:

$$d\mathcal{E}(\omega) = \frac{2}{3\pi Z_1^2 Z_2^2} \left( \frac{e^2}{\hbar c} \right)^{-1} \left( \frac{Z_1}{A_1} - \frac{Z_2}{A_2} \right)^2 \times \times \left( \frac{E}{mc^2} \right)^2 \left( \frac{E}{\hbar \omega} \right)^2 \hbar d\omega. \quad (7)$$

Полная электромагнитная энергия тормозного излучения  $\mathcal{E}$  осколков ядра дается следующим выражением:

$$\mathcal{E} = \frac{16}{45} \left( \frac{Z_1}{A_1} - \frac{Z_2}{A_2} \right)^2 \left( \frac{2A_1 A_2}{A_1 + A_2} \right)^{1/2} \left( \frac{E}{mc^2} \right)^{5/2} \frac{mc^2}{Z_1 Z_2} \quad (8)$$

При написании формулы (8) отброшены слагаемые, порядок величины которых есть  $(R/a)^3$  или выше.

Оценка показывает, что излученная таким образом электромагнитная энергия  $\mathcal{E}$  может достигнуть величины порядка десяти тысяч электронов-вольт. Причем вся энергия  $\mathcal{E}$  излучается осколками при движении в области порядка  $a$ , вне этой области тормозное излучение не превосходит величины  $\mathcal{E}(R/a)^3$ .

Если отношение заряда к массе у осколков ядра приблизительно одинаково, то множитель  $(Z_1/A_1 - Z_2/A_2)^2$  сильно уменьшает дипольное излучение. В этом случае при разлете осколков, кроме дипольного излучения, необходимо учитывать и квадрупольное излучение (магнитно-дипольное излучение отсутствует у всякой системы, состоящей только из двух частиц). Энергия квадрупольного излучения  $\mathcal{E}_{\text{кв}}$  выражается следующей формулой:

$$\mathcal{E}_{\text{кв}} = \frac{16}{1575} \left( \frac{Z_1}{A_1^2} + \frac{Z_2}{A_2^2} \right)^2 \left( \frac{2A_1 A_2}{A_1 + A_2} \right)^{3/2} \times \times \left( \frac{E}{mc^2} \right)^{7/2} \frac{mc^2}{Z_1 Z_2}. \quad (9)$$

Как видно из формулы (9), энергия квадрупольного излучения становится существенной, когда множитель  $(Z_1/A_1 - Z_2/A_2)^2$  по порядку величины равен

$$\left( \frac{Z_1}{A_1} - \frac{Z_2}{A_2} \right)^2 = \frac{2}{35} \left( \frac{Z_1}{A_1^2} + \frac{Z_2}{A_2^2} \right)^2 \times \times \frac{A_1 A_2}{A_1 + A_2} \frac{E}{mc^2}. \quad (10)$$

Поступило в редакцию 18 XII 1957 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А. Б. Мигдал, ЖЭТФ 9, 1163 (1939).
2. N. Bohr, J. Wheeler. Phys. Rev. 56, 426 (1939).
3. Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц. Квантовая механика. Гостехиздат, стр. 188.

## Новый фотоэлектронный множитель для сцинтилляционных счетчиков

А. Г. Берковский

В умножительную систему фотоэлектронного умножителя типа ФЭУ-33 введены дополнительные ускоряющие электроды-сетки (рис. 1), которые уменьшают разброс времен пролета вторичными электронами промежутков между динодами, обус-

ловленный различными начальными скоростями электронов, а также создают условия для работы умножителя при повышенных токовых нагрузках. Сетки, находящиеся перед  $i$ -м динодом, соединены с  $(i+2)$ -динодом.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Профиль динода образован дугой окружности и двумя отрезками прямых; профиль сетки состоит из двух прямолинейных участков. Расчеты показали, что время пролета электроном каскадного промежутка по кратчайшей траектории составляет  $2,4 \cdot 10^{-9}$  сек., а максимальный временной разброс (рис. 1, траектории 1 и 4) —  $4,5 \cdot 10^{-10}$  сек. (при 100 в на каскад).

Полупрозрачный сурьмяно-цезиевый катод ФЭУ-33 имеет площадь  $9 \text{ см}^2$ . Его средняя интегральная чувствительность при цветовой температуре  $2850^\circ \text{ К}$  равна  $40 \text{ мка/лм}$ , минимальная —  $30 \text{ мка/лм}$ . Квантовый выход катодов контролируется по их «синей» чувствительности (фильтр ФС-6 толщиной  $1 \text{ мм}$ ).

Умножительная система, состоящая из 13 сурьмяно-цезиевых динодов, обеспечивает усиление  $10^8$  при напряжении 2500—3000 в при равномерном распределении напряжения на делителе. Зависимость коэффициента усиления и темновых токов от напряжения питания для трех экземпляров ФЭУ изображены на рис. 2.

Для изучения токовых характеристик ФЭУ-33 в импульсном режиме была собрана специальная установка с искровым источником света. Частота вспышек искры равнялась нескольким сотням герц, продолжительность — нескольким миллимикросекундам. Сигнал с ФЭУ подавался непосредственно на пластины трубки 13ЛО37, на экране которой отклонение пятна было прокалибровано с помощью генератора 26-И.

Измерения импульсных токов значительного количества ФЭУ показали, что при напряжении  $3 \div 4,5 \text{ кВ}$  максимальная амплитуда импульсов различна и составляет в среднем  $0,5 \text{ а}$ . У отдельных экземпляров токи в импульсе достигают  $\sim 1 \text{ а}$ , что соответствует удельной токовой нагрузке на последний динод  $\sim 0,5 \text{ а/см}^2$ . Это несколько выше результата, приведенного в работе [1].

Делитель напряжения, обеспечивающий максимальные выходные токи, подбирался для каждого умножителя индивидуально. Разброс величин сопротивлений звеньев, как правило, был невелик:  $R_1=200\text{—}220 \text{ ком}$ ;  $R_2=20\text{—}70 \text{ ком}$ ;  $R_{3-12}=180\text{—}200 \text{ ком}$ ;  $R_{13}=300\text{—}500 \text{ ком}$ ;  $R_{14}=800\text{—}1000 \text{ ком}$ ;  $R_{15}=1,5\text{—}2,0 \text{ Мом}$ .

Измерения амплитудного разрешения ФЭУ-33 с кристаллом  $\text{NaJ(Tl)}$  и препаратом  $\text{Cs}^{137}$  производились на одноканальном амплитудном анализаторе [2] при напряжении питания 1400—1800 в; оно составляло от 8 до 11%. Для большей части ФЭУ режим наилучшего амплитудного разрешения был близок к режиму максимального импульсного тока. Средние величины шумов по шкале  $\text{NaJ(Tl)}\text{—}\text{Cs}^{137}$  составляли 3—4 кэв. (Сопоставление производилось на уровне 50 шумовых имп/сек.)

Временное разрешение ФЭУ-33 изучалось на установке, блок-схема которой изображена на рис. 3 (стр. 468). В качестве ограничителей использовались лампы 6Ж1Пс нагрузкой  $75 \text{ ом}$ . Схема совпадений была собрана на диоде ДГ-Ц8. Длина формирующего кабеля РК-50—10 см. Коэффициент усиления усилителя  $\sim 7500$  при полосе пропускания  $4 \text{ Мгц}$ . Измерения показали, что при эффективности счета  $\sim 50\%$  ширина кривых совпадений на полувысоте не превышает  $4 \cdot 10^{-9}$  сек. На отдельных экземплярах были получены величины  $2\tau=2,2 \cdot 10^{-9}$  сек. Измерения

величины временного разрешения ФЭУ-33, проведенные в ряде физических лабораторий, показали аналогичные результаты. Измерения на схеме совпадений проводились при делителе:  $R_1=500 \text{ ком}$ ;  $R_2=270 \text{ ком}$ ;  $R_3=75 \text{ ком}$ ;  $R_{4-12}=160 \text{ ком}$ ;  $R_{13}=220 \text{ ком}$ ;  $R_{14}=400 \text{ ком}$ ;  $R_{15}=600 \text{ ком}$ .

Сравнительные измерения временного разрешения ФЭУ-33 и различных типов ФЭУ с умножительными системами кругового типа [3, стр. 135], проведенные у нас, а также в лабораториях В. И. Векслера и Г. Д. Латышева, показали, что ФЭУ-33 обладает несколько лучшим разрешением.

При больших усилениях на конце анодных импульсов обычно появляются затухающие колебания

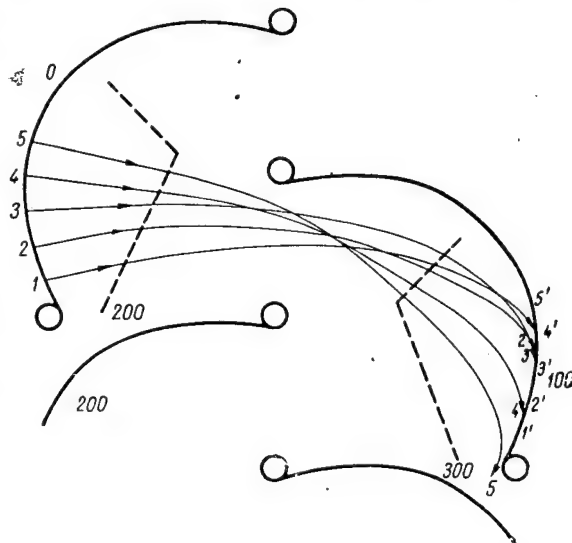


Рис. 1. Схема умножительной системы ФЭУ-33.

(последние импульсы) с периодом  $4\text{—}6 \text{ мксек}$ , причем амплитуда первого послеимпульса приблизительно составляет  $0,1$  амплитуды основного импульса. Аналогичное явление наблюдалось на умножителях Н4646 [3, стр. 472], RCA-6810 [4] и на ФЭУ с круговым расположением динодов, которые имели большое усиление.

В заключение автор выражает благодарность А. Е. Чудакову и П. В. Вакулову за предоставленный в распоряжение автора искровой источник света и Ю. И. Тужилкину за изготовление аппаратуры для изучения токовых и временных характеристик ФЭУ.

Поступило в редакцию 27 VIII 1957 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. J. S. Allen, L. R. Megill. IRE Trans Nucl. Sci., NS-3, № 4, 112 (1956).
2. Л. Г. Лейтензен, Б. М. Глуховской, И. Я. Брейдо. Кристаллография 2, вып. 2, 290 (1957).
3. Н. О. Чечик, С. М. Файнштейн, Т. М. Лифшиц. Электронные умножители. Изд. 2-е, Гостехиздат, 1957.
4. W. Widmaier, R. W. Engstrom. IRE Trans. Nucl. Sci., NS-3, № 4, 137 (1956).

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

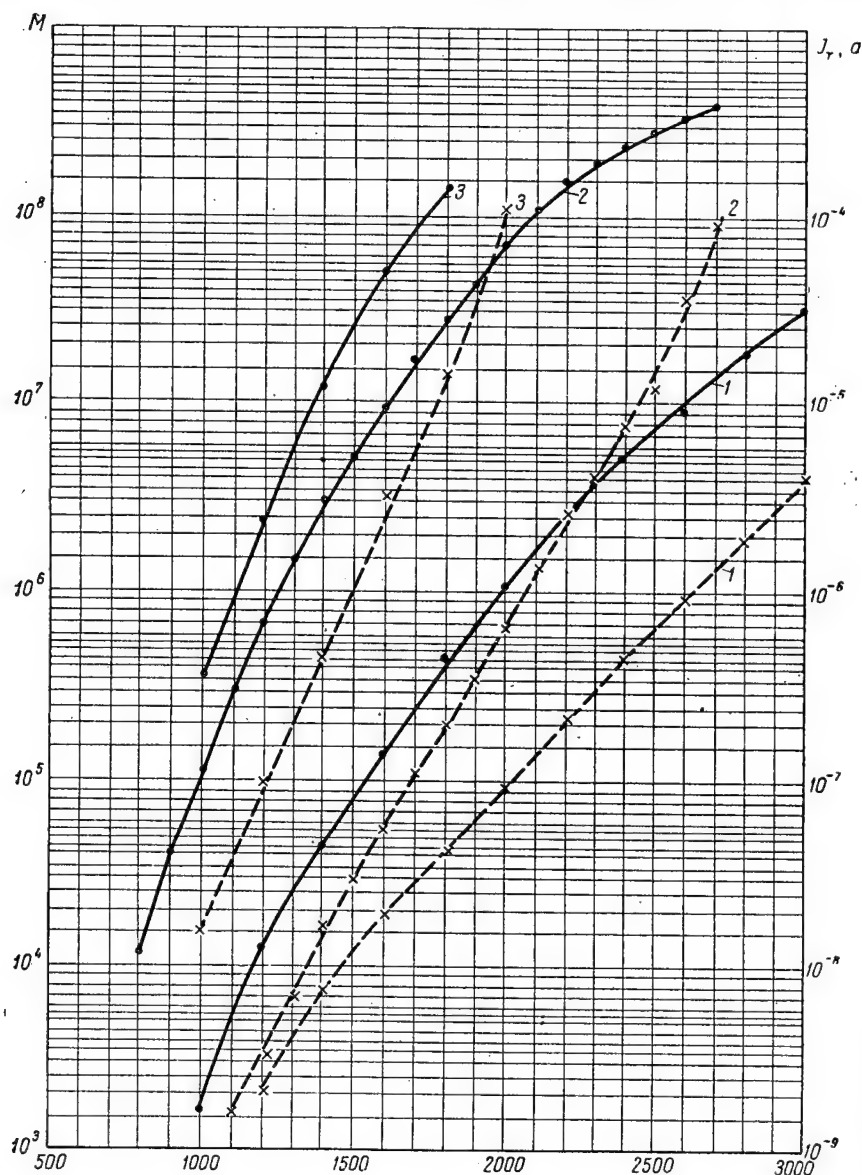


Рис. 2. Зависимости коэффициента усиления (сплошные линии) и темновых токов (пунктирные линии) от напряжения питания (для трех экземпляров ФЭУ-33).

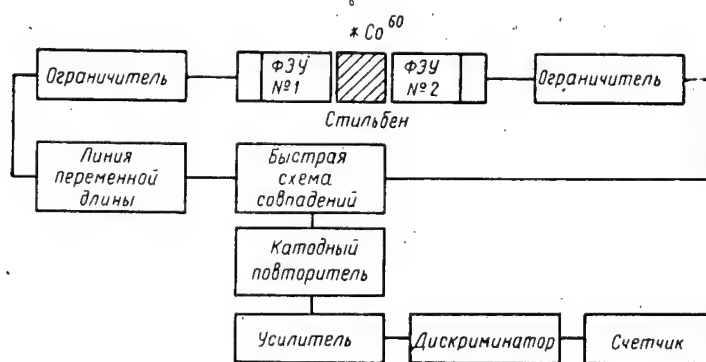


Рис. 3. Блок-схема установки для определения временного разрешения ФЭУ-33.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

**Метод изготовления устойчивых  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -радиоактивных источников на основе неорганических эмалей**

Д. М. Зив, Г. С. Силицына, И. А. Эфрос, Е. А. Волкова

Известные в настоящее время методы изготовления  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -радиоактивных источников [1]—[3] часто не удовлетворяют требованиям, предъявляемым наукой и техникой. Источники, изготовленные без каких-либо защитных покрытий, не безопасны в обращении [4], [5]. Кроме того, они, как правило, неустойчивы к изменению влажности, колебаниям температуры, тряске и т. д. Применение в качестве защитных покрытий различных органических пленок для достаточно интенсивных источников не является надежным, так как такие пленки под действием излучений со временем разрушаются.

Описываемый ниже метод изготовления  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -радиоактивных источников основан на предложении одного из авторов настоящей статьи использовать неорганические эмали в качестве связующего и защитного материала [6]. Подбор эмали, с помощью которой радиоактивное вещество фиксируется на подложке, определяется двумя главными условиями: 1) эмаль должна хорошо прилипать к подложке, 2) радиоактивное вещество должно прочно внедряться в слой эмали, образуя с ней вполне однородную массу.

Из числа эмалей, выпускаемых промышленностью, легко можно подобрать подходящую для данного материала подложки. Чтобы внедрение радиоактивного вещества в слой эмали было достаточно прочным и однородным, эмаль должна иметь в своем составе неактивный изотоп, изоморфный элемент или просто аналог вводимого радиоактивного элемента.

В выполненной авторами работе изготовление устойчивых  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -радиоактивных источников производилось из соли радия. В качестве подложки служило золото. Для закрепления радия на золотой подложке была использована эмаль следующего состава:  $\text{SiO}_2$ —34%;  $\text{PbO}$ —30%,  $\text{Na}_2\text{O}$ —3%;  $\text{BaO}$ —30%;  $\text{B}_2\text{O}_3$ —3%. Радий вводился в эмаль в виде окиси.

Работа по изготовлению радиоактивных источников сводилась к следующим операциям: 1) приготовление титрованной эмалиевой суспензии, 2) предварительное эмалирование подложки, 3) нанесение радиоактивного вещества на эмалированную подложку, 4) нанесение покровной эмалиевой пленки. Ниже дается краткое описание этих операций.

1. Тщательно растертый и просеянный порошок эмали с величиной зерен порядка 10 мк встряхивался с водой (4 г на 100 мл воды). Пульпа отстаивалась в течение 15 мин., после чего весовым путем определялось содержание эмали в 1 мл взвеси. Титр применявшейся нами отмученной суспензии равнялся ~20 мг/мл. Суспензия могла быть использована в течение 1—2 час. с момента приготовления. По истечении этого времени начиналось ее заметное укрупнение.

2. Предварительное эмалирование поверхности подложки необходимо особенно в тех случаях, когда материал подложки коррозионно неустойчив (например, железо, алюминий, медь и др.). На обезжиренную подложку наносилось 0,1 мл титрованной

суспензии (из расчета 2 мг эмали на 1 см<sup>2</sup>). Раствор выпаривался досуха, подложка просушивалась, прокаливалась в течение 30 мин. при температуре 850° С и медленно охлаждалась. В результате эмаль равномерно растекалась по подложке тонким и плотным слоем. Толщина грунтового покрытия составляла ~5 мк.

3. Нанесение радиоактивного вещества на подложку может быть произведено различными способами: путем выпаривания, возгонки или же совместно с эмалью. В описываемом случае радий наносился на эмалированную подложку в виде раствора гидроокиси. Раствор выпаривался досуха, полученный препарат прокаливался при 800—850° С, после чего медленно охлаждался. В результате окись радия  $\text{RaO}$  прочно закреплялась на эмалиевой поверхности подложки.

4. Для предохранения от агрегатного рассеяния и эманации препарат дополнительно покрывался тонким защитным слоем эмали. Равномерность распределения радия на подложке проверялась методом радиографии.

После изготовления источников измерялось абсолютное количество нанесенного на подложку радия по  $\gamma$ -излучению его продуктов распада, а также эффективность  $\alpha$ -излучения и эмануирующая способность источников.

Результаты измерений приведены в таблице.

Таблица

Характеристика изготовленных источников

Содержание радия на подложке по $\gamma$ -излучению*) мкюри	Количество радия на подложке, измеренное по $\alpha$ -излучению, мкюри	Выход по $\alpha$ -излучению %	Эмануирующая способность %
0,089	0,053	60	~1
0,099	0,077	78	~1
0,067	0,055	82	~1
0,099	0,071	72	~1
0,084	0,054	64	~1
0,081	0,043	53	~1
0,138	0,106	77	~1
0,130	0,103	79	~1
0,500	0,270	54	~1
1,100	0,430	39	~1

\*) Измерения радия по  $\gamma$ -излучению и  $\alpha$ -активности образцов производились после достижения равновесия между радием и радоном.

Использование в данной работе радия, обладающего совместно со своими продуктами распада  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -активностью, показало, что данный метод практически применим для любого рода излучения.

Поступило в редакцию 15 I 1958 г.



## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

## ЛИТЕРАТУРА

1. M. Haisinssky. J. Chim. phys. et phys.-chim. biol. 30, № 1, 27 (1933); 43, № 1, 21 (1946).
2. A. Quinton. Brit. J. Appl. Phys. № 2, 593 (1953).
3. T. L. Martin. Electr. Eng. 73, № 1, 28 (1954).
4. R. Lawson. Wienmitteilung der Inst. Erforsch 128, II-a, 708 (1919).
5. W. Makower, S. Ross. Philos. Mag. 161, 19, 100 (1910).
6. M. S. Petrova, D. M. Zeay, K. J. Schwebelbleet, J. J. Balaklajets, W. P. Sjtin, W. N. Jshessalin. New Preparation Methods of  $\alpha$ -,  $\beta$ - and  $\gamma$ -Sources. UNESCO. International Conference on Radioisotopes in Seientific Research. Paris, 1957. Print. London.

## Поле излучения прямоугольного параллелепипеда с учетом самопоглощения

Л. Н. Посик

В работах [1]—[7] описаны различные методы расчета поля излучения цилиндрических и сферических источников с учетом самопоглощения активным веществом.

В опубликованной недавно работе [8] решена задача определения поля прямоугольного плоского источника без учета самопоглощения и многократного рассеяния в источнике.

$\gamma$ -излучения в активном материале описывается экспоненциальной функцией. Для упрощения решения предполагается также, что активное вещество распределено по всему объему источника равномерно.

С учетом этих условий мощность дозы  $\gamma$ -излучения в точке  $A$  (см. рисунок), совмещенной с началом координат, определяется выражением

$$P = Kq_v \int_0^m dx \int_0^n dy \int_0^l \frac{e^{-\mu \sqrt{x^2+y^2+z^2}}}{x^2+y^2+z^2} dz, \quad (1)$$

где  $K$ —ионизационная постоянная активного вещества;  $q_v$ —объемная концентрация вещества;  $m, n, l$ —длины сторон параллелепипеда;  $\mu$ —коэффициент поглощения  $\gamma$ -излучения.

Трехмерный интеграл выражения (1) можно свести к одномерному. Очевидно, что  $J$ —интеграл по объему  $ABCDEFGH$ —определяется как следующая комбинация интегралов по частям шара (см. рисунок):

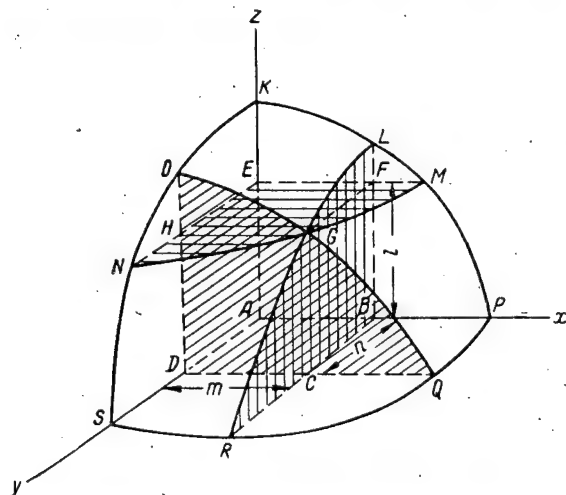
$$J = J_{\text{ш}} - J_1 - J_2 - J_3 + J_4 + J_5 + J_6, \quad (2)$$

где  $J_{\text{ш}}$ —интеграл по четверти шара;  $J_1, J_2, J_3$ —интегралы по частям шара  $NMEK$ ,  $RLBP$  и  $OQDS$ ;  $J_4, J_5, J_6$ —интегралы по частям шара  $GRCQ$ ,  $GQHN$  и  $GLFM$ .

В силу симметричности подынтегральной функции интегралы  $J_1, J_2, J_3$  и  $J_4, J_5, J_6$  будут отличаться только пределами интегрирования ( $m, n, l$ ).

Для вычисления  $J_{\text{ш}}, J_1$  и  $J_4$  переходим к сферическим координатам. После элементарных преобразований выражаем интеграл  $J$  через линейную комбинацию экспоненциальной функции вида  $\alpha \exp(-\mu \beta a)$  (где  $\alpha, \beta$ —коэффициенты,  $a$ —параметр) и трех однократных интегралов с пределами от 0 до 1, удобными для численного решения по методу Гаусса.

Величина интеграла  $J$  была вычислена на счетной машине БЭСМ при шести значениях коэффициента поглощения (см. таблицу). Для сторон параллелепипеда приняты значения  $m=2a, n=l=a$ . Эти значения размеров активного параллелепипеда и коэффициента  $\mu$  соответствуют важнейшим слу-



К расчету поля  $\gamma$ -излучения прямоугольного параллелепипеда.

При разработке аппаратуры и методики экспресс-анализов руд в емкостях [9] возникла необходимость определения поля прямоугольного параллелепипеда с учетом самопоглощения. В большинстве практических случаев активный материал при измерениях помещается в металлическую тару указанной формы с толщиной стенок, достаточной для фильтрации мягкого рассеянного  $\gamma$ -излучения. Поэтому при расчетах можно не учитывать спектральный состав излучения [10], считая, что поглощение

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

чаям экспресс-анализа в малых емкостях, встречающимся на практике. Результаты вычислений  $J$  представлены в таблице.

Таблица  
Значения интеграла  $J$

$\mu, \text{см}^{-1}$ $a, \text{см}$	0,05	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20
15	20,41	15,89	12,73	10,50	8,88	7,65
30	27,30	18,72	13,96	11,07	9,12	7,72

Если необходимо определять мощность дозы излучения параллелепипеда со сторонами, длина которых в два раза больше взятых значений  $a$ , то величина  $J$  определяется простым суммированием значений  $J$  для каждой составной части. Так, например, из четырех рассмотренных объемов образуется активное тело, которое при больших значениях  $\mu$  может рассматриваться как излучающее полупространство [6].

Действительно:

$$P_{\infty} = \frac{2\pi K q v}{\mu} \quad \text{или} \quad J_{\infty} = \frac{P_{\infty}}{K q v} = \frac{2\pi}{\mu}.$$

При  $\mu = 0,20 \text{ см}^{-1}$

$$J_{\infty} = \frac{P_{\infty}}{K q v} = 31,4.$$

Из приведенной таблицы следует, что при  $a = 30 \text{ см}$  и  $\mu = 0,20 \text{ см}^{-1}$   $4J = 30,88$  и  $\frac{4J}{J_{\infty}} = 0,98$ .

Следовательно, взятый параллелепипед достаточно точно соответствует бесконечному полупространству.

Аналогичный результат может быть получен при сопоставлении восьми рассмотренных объемов с излучением внутри активного пространства.

В заключение автор выражает благодарность А. И. Кулешову, Н. А. Ронзиной и Е. Д. Сушунной, выполнившим вычисления на машине БЭСМ, а также Ю. П. Булашевичу и В. Л. Шашкину за интерес к работе и ценные замечания.

Поступило в редакцию 15 I 1958 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. S. Meyer, E. Schweidler. Radioaktivität 2 Aufl., Leipzig — Berlin, 1927.
2. W. R. Dixon. Nucleonics 8, № 4, 68 (1951).
3. E. Field. Nucleonics 11, № 9, 66 (1953).
4. Г. В. Горшков. Гамма-излучение радиоактивных тел. Изд. ЛГУ, 1956.
5. М. А. Бак, К. А. Петряк, Ю. Ф. Романов. ЖТФ XXVI, 379 (1956).
6. Ю. П. Булашевич. ЖТФ XXVI, 2599 (1956).
7. А. В. Бибергаль, У. Я. Маргулис, Е. С. Перцовский. Атомная энергия II, 376 (1957).
8. Е. Е. Ковалев, В. И. Попов, Л. Н. Смиренный. Атомная энергия II, 181 (1957).
9. Л. Н. Посик, И. М. Тененбаум. Атомная энергия III, 28 (1957).
10. В. С. Галишев, В. И. Огневский, А. Н. Орлов. УФН LXI, 161 (1957).

## Активация воздуха излучениями от синхротрона

М. М. Комочков, В. Н. Мелехов

В Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ со времени ввода в эксплуатацию синхротрона на 680 Мэв были начаты и систематически проводятся исследования различных вопросов дозиметрии и радиационной безопасности, возникающих при работе с частицами высоких энергий.

Настоящая работа представляет собой краткое изложение исследования по одному из этих вопросов.

Задачей измерения радиоактивности воздуха была оценка общего уровня наведенной активности воздуха, изучение основных компонентов изотопного состава, установление безопасных условий труда персонала синхротрона, а также определение зоны безопасности территории, окружающей здание.

## Методика эксперимента

Концентрация радиоактивных газов определялась путем счета  $\beta$ -частиц в пробе воздуха, запол-

няющей счетную камеру объемом 7,5 л. Детектором излучения служил укрепленный на оси камеры гейгеровский цилиндрический счетчик с алюминиевыми стенками толщиной 150 мм.

Абсолютные величины загрязненности основывались на градуировочных измерениях с пробами  $\text{Ar}^{41}$ . В зависимости от поставленной задачи применялись различные способы отбора проб. При определении концентраций в рабочих помещениях и установлении степени влияния диффузного и конвекционного перемешивания газа на величину активности счетная камера заполнялась пробами, взятыми с различных участков вокруг ускорителя через резиновую трубку длиной 40 м и диаметром 8,5 мм. Сравнивался спад активности при непрерывном поступлении газа и при однократном заполнении камеры. Измерения выполнялись как при работающем ускорителе, так и сразу же после выключения. Фон измерялся при заполнении камеры неактивным воздухом; во всех случаях принимались

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

меры к снижению фона установки. При определении максимальных концентраций и изотопного состава радиоактивного воздуха облучение пробы производилось в стальном баллоне, из которого после облучения брались пробы воздуха для заполнения счетной камеры. Монитором пучка бомбардирующих частиц служили две углеродные пластинки, расположенные спереди и сзади баллона. За показания монитора принималось среднеарифметическое значение активностей обеих пластин. Сечение ( $p$ ,  $pn$ )-реакции на протонах с энергией 660 Мэв и сечение ( $n$ ,  $2n$ )-реакции на нейтронах с энергией 580 Мэв принимались одинаковыми. Различием в поглощении нейтронов и протонов стенками баллона пренебрегали.

## Результаты измерения

Результаты измерения активности проб воздуха, взятых при помощи резинового шланга на различных участках вблизи ускорителя, приведены на рис. 1.

Как видно, максимальная активность — около  $3 \cdot 10^{-8}$  кюри/л — наблюдается у выходного окна камеры ускорителя. После выключения синхротрона активность воздуха быстро уменьшается (за первые 30 сек. в 4—5 раз), а спустя 3 мин. в наиболее опасном участке она падает до предела чувствительности прибора, равного  $0,05 \cdot 10^{-8}$  кюри/л. Быстрое уменьшение активности вызывается не только распадом радиоактивных изотопов, но главным образом смешиванием облученного объема воздуха с воздухом, не подвергавшимся облучению. Как показывает опыт, участки максимального облучения (активность  $\sim 10^{-8}$  кюри/л) локализованы в плоскости пучка в небольшой части помещения. Например, при облучении нейтронами отношение активностей проб, взятых в плоскости орбиты и на 20 см выше этой плоскости, равно 2,0. Примерно такие же величины отношений наведенной активности получаются из сравнения проб, взятых на тех же расстояниях от оси протонного пучка (рис. 2). Для сравнения на рисунке приведена кри-

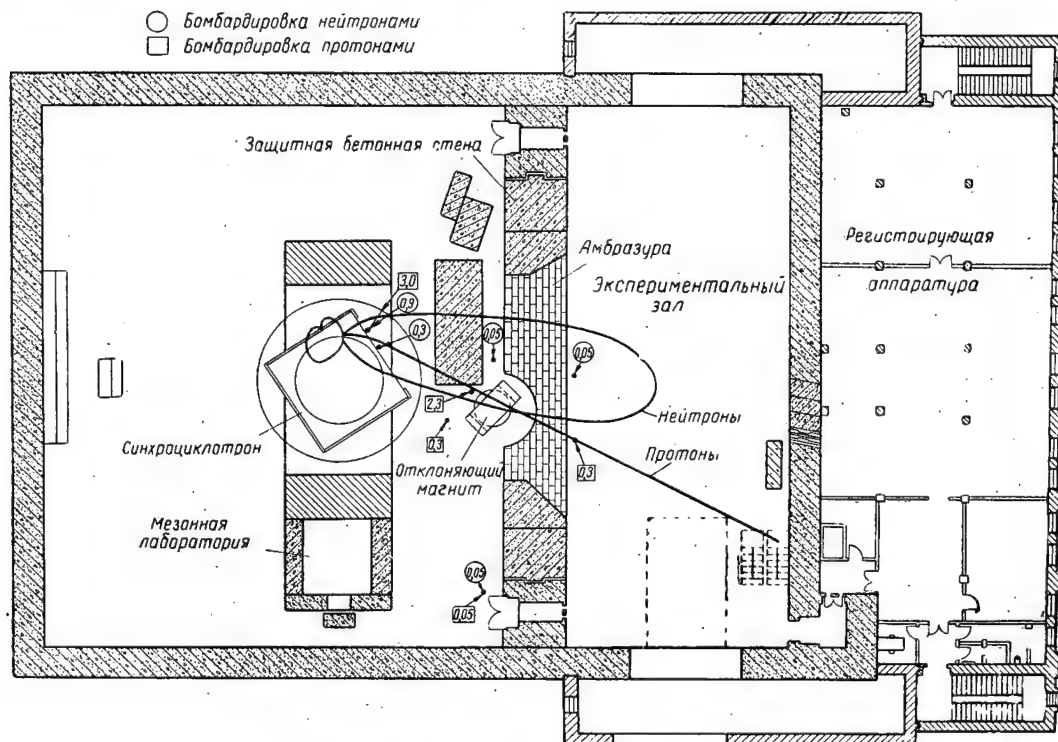


Рис. 1. Распределение радиоактивности воздуха в помещении ускорителя.

Здесь же дана полярная диаграмма распределения интенсивности нейтронного излучения в относительных единицах, а также траектория выведенного пучка протонов. В экспериментальные данные внесены поправки, учитывающие разбавление пробы в результате частичного распада элементов воздуха, заполняющего объем резиновой трубки (25%), а также поправки на неполную откачку объема счетной камеры при быстром поочередном ее заполнении (20%).

вая изменения интенсивности ионизирующего излучения, обусловленного быстрыми частицами, на различных расстояниях от оси протонного пучка. Она измерена с помощью воздушной ионизационной камеры диаметром 10 см. Видно, что спад активности воздуха не следует за спадом интенсивности ионизирующего излучения и распространяется на большие расстояния из-за диффузного и конвекционного перемешивания газа.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

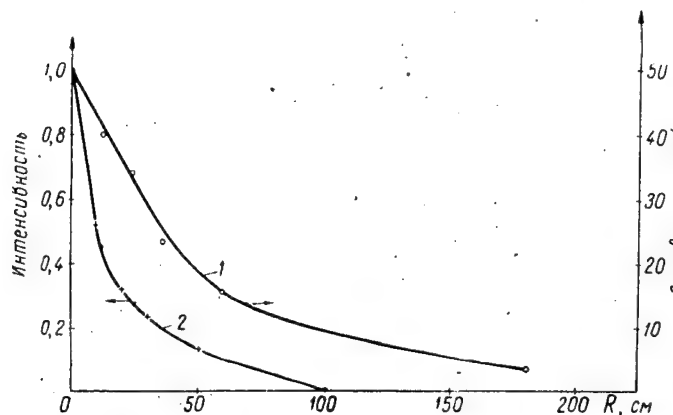


Рис. 2. Кривые спада активности воздуха (1) и интенсивности ионизирующего излучения (2) на различных расстояниях от оси протонного пучка.

Состав продуктов и выходы изотопов по отношению к выходу  $C^{14}$  в мониторе\*) при облучении нейтронами или протонами приведены в таблице.

Таблица

Изотоп	Период полураспада мин.	Относительный выход	
		протонов	нейтронов
$O^{15}$	2,1—3,0	0,12	2,7
$N^{13}$	9,3—13	0,06	0,31
$C^{11}$	19—22	0,06	0,46
$Ar^{41}$	120	—	0,04
$F^{18}$	~120 или более	$3 \cdot 10^{-4}$	—

из которой видно, что максимальный выход имеет короткоживущий изотоп  $O^{15}$  и что выход радиоактивных продуктов за счет активации нейтронами выше, чем при активации протонами.

Удельная активность проб, облученной в баллоне, оказывается на порядок выше, чем пробы, взятой вблизи ускорителя. Расхождение вызвано тем, что в баллоне не происходит постоянного рассеивания радиоактивных продуктов. Расчет влияния диффузии и конвекции дает следующую величину отношения активностей проб, облученных в баллоне ( $A_6$ ) и взятых на том же участке пучка частиц ( $A_y$ ):

$$\frac{A_6}{A_y} = \frac{\lambda + \frac{1}{3} \frac{e \bar{v}}{dN}}{\lambda} \approx 5-6.$$

В этой формуле:  $\lambda$ —константа распада изотопа;  $\bar{e}$ —средняя длина свободного пробега;  $\bar{v}$ —средняя скорость перемещения атомов воздуха (при  $t=20^\circ C$

\*) По данным, полученным с монитором, интенсивность протонного пучка в месте, где располагался стальной баллон, в  $3,2 \cdot 10^3$  раз превышает интенсивность нейтронного пучка.

$\bar{e}=7 \cdot 10^{-6}$  см,  $\bar{v}=400$  м/сек);  $\frac{dN}{dx}$  — градиент активности (как указывалось,  $\frac{dN}{dx} =$

$\frac{N - \frac{N}{2}}{20} = \frac{1}{40}$ ). Сравнение кривых спада активностей проб из баллона и из зала ускорителя показывает, например, что в случае изотопа  $C^{11}$  отношение активностей равно 11. Такие же значения отношения активностей получаются из сравнения величин активностей воздуха, взятых непосредственно из канала протонного коллиматора\*) и в зале по оси пучка на расстоянии ~20 см от конца коллиматора при различной интенсивности пучка.

Как видно на рис. 3, активность воздуха в коллиматоре почти при всех интенсивностях оказывается в 20—40 раз больше, чем активность воздуха в зоне пучка вне коллиматора.

Учитывая качественный характер оценки эффекта диффузии и конвекции, мы считаем, что расчетная величина отношения активностей удовлетворительно согласуется с опытом.

## Обсуждение результатов

В наших условиях максимальная наведенная активность воздуха наблюдается вблизи выпускного окна и для энергии протонов 660 Мэв и интенсивности  $\sim 10^{10}$  прот/сек не превышает  $3 \cdot 10^{-8}$  кюри/л. В режиме генерации нейтронов от «перезарядки» протонов на ядрах бериллия максимальная активность (вблизи выпускного окна камеры) составляет

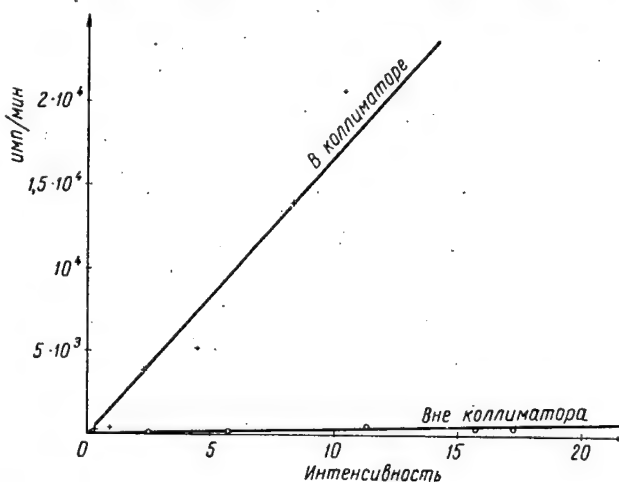


Рис. 3. Изменение активности воздуха в коллиматоре и вне коллиматора в зависимости от интенсивности протонного пучка.

\*) Коллиматор расположен в четырехметровой защитной стене. Для пропускания частиц использовался канал объемом 8 л. Отверстия коллиматора закрывались алюминиевой фольгой.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

$\sim 1 \cdot 10^{-8}$  кюри/л, что соответствует предельно допустимой дозе.

Контрольное измерение радиоактивности воздуха в шахте вытяжной вентиляции здания синхроциклотрона показало, что при работающем ускорителе величина активности выбрасываемого воздуха не превышает ошибки статистических разбросов фона (фон установки 220 имп/мин). Эффект радиоактивности непосредственно после выключения ускорителя составляет  $35 \pm 25$  имп/мин (фон 95 имп/мин). Эта величина не сильно отличается от средней активности выбрасываемого воздуха (2—5 имп/мин). Последняя величина найдена из отношения объема помещения ( $35\,000\text{ м}^3$ ) к объему максимальной активности при средней активности газа в этом объеме  $\sim 2000$  имп/мин. Поскольку выбрасываемый из здания воздух практически не радиоактивен, он не представляет какой-либо опасности для персонала соседних лабораторий.

Для практических целей, очевидно, наиболее важно знать накопление долгоживущих продуктов  $\text{H}^3$ ,  $\text{Be}^7$ ,  $\text{Be}^{10}$  и  $\text{C}^{14}$ , однако в наших опытах они не были обнаружены. Это обусловлено поглощением мягких  $\beta$ -частиц некоторыми изотопами стенками счетчика, а также малой равновесной активностью указанных продуктов. По максимальным оценкам образование долгоживущих изотопов не может увеличить общую активность пробы более чем в 2 раза против наблюдаемой. Учитывая ничтожный уровень радиоактивности воздуха, выбрасываемого из здания ускорителя, можно утверждать, что безопасные условия обеспечиваются достаточно надежно.

Авторы благодарят В. П. Джелепова за постановку задачи и обсуждение и Ю. М. Казаринова за ряд ценных критических замечаний.

Поступило в редакцию 21 VI 1957 г.

## Опыт использования ослабления $\gamma$ -лучей для определения плотности льда и снега в условиях Антарктиды

О. К. Владимиров, В. А. Чернигов

В 1957 г. в условиях Антарктиды (в районе советской обсерватории Мирный) авторами были проведены экспериментальные исследования, связанные с определением плотности льда и снега по ослабле-

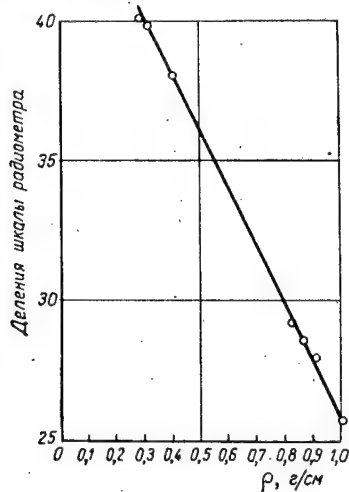


Рис. 1. График ослабления  $\gamma$ -лучей в образцах льда, снега и воды в зависимости от плотности.

нию  $\gamma$ -лучей. Опыты проводились как в лабораторных условиях, так и на месте естественного залегания льда и снега.

Принципиальная возможность использования ослабления  $\gamma$ -лучей для определения плотности материалов была ранее обоснована теоретически и подтверждена экспериментально [1], [2].

В наших опытах в качестве детектора  $\gamma$ -лучей использовался полевой радиометр типа СГ-42 производства завода «Геологоразведка». Источником  $\gamma$ -лучей служил радиевый эталон (0,1 мг радия).

В случае лабораторной установки образец льда или снега (целик) размером  $25 \times 25 \times 25$  см помещался в фанерный ящик такого же размера, расположенный между источником  $\gamma$ -лучей и гильзой радиометра, на определенном фиксированном расстоянии. Расстояние между центрами источника и сцинтилляционного счетчика, находящегося в гильзе радиометра, было постоянным и равнялось 30 см. Источник  $\gamma$ -лучей, центр датчика и центр образца лежали на одной прямой линии.

Для приведения в соответствие показаний наиболее чувствительной шкалы радиометра при диапазоне измерений 0—50 мкр/час с интенсивностью  $\gamma$ -излучения от эталона после прохождения через испытуемые образцы стенки ящика экранировались листовым свинцом толщиной 3 мм, а сам эталон не вынимался из свинцового контейнера.

Были испытаны образцы льда плотностью 0,90; 0,86; 0,83 и образцы снега плотностью 0,28; 0,31; 0,40, определенные в изотермической лаборатории гляциологического отряда КАЭ\*) с точностью  $\pm 0,01$  г/см³.

Результаты измерений представлены в виде градуировочного графика (рис. 1).

При определении плотности льда и снега в их естественном залегании в одну из двух скважин, пробуренных во льду или в толще снега, у ее забоя помещался источник  $\gamma$ -лучей—эталон в контейнере. В другую скважину, расположенную на расстоянии 90 см от первой, погружался датчик—гильза радиометра, причем пульт радиометра устанавливался у устья скважины. Глубина скважин равнялась

\*) КАЭ—Комплексная антарктическая экспедиция АН СССР.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

90 см, а диаметр несколько больше диаметра гильзы радиометра—6,5 см.

Всего было пробурено три пары скважин в снегу и во льду, определение плотности которых в раз-

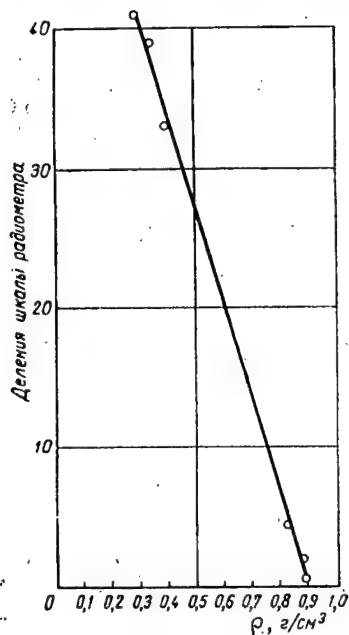


Рис. 2. График ослабления  $\gamma$ -лучей в зависимости от плотности льда и снега при естественном залегании.

ных точках исследования дало: для снега—0,29; 0,32; 0,41 и для льда—0,83; 0,87; 0,91.

Градуировочный график, построенный по результатам полевых измерений, представлен на рис. 2.

Полученные экспериментальные данные могут быть использованы для определения плотности льда и снега в лабораторной обстановке и, что особенно важно, непосредственно на месте их естественного залегания. Это даст ряд существенных преимуществ по сравнению с существующим методом определения плотности—методом гидростатического взвешивания, так как измерения выполняются в среде с ненарушенной структурой, при сохранении естественной температуры и давления, с охватом больших объемов, что делает измерения представительными.

Точность определения плотности вполне удовлетворяет требованиям практики и может быть оценена величиной  $\pm 0,05$  г/см³.

Метод является очень производительным. Одно измерение занимает не более 1 мин. Бурение скважины в снегу длится менее 1 мин., во льду—до 5 мин., тогда как приготовление (выпиливание) образцов льда для лабораторных определений плотности обычным путем определяется часами.

Отметим, что, помимо использования градуировочных кривых, полученных экспериментально, определение плотности льда и снега по ослаблению  $\gamma$ -лучей может быть выполнено расчетным путем [2]. В глубоких скважинах, пробуренных в толще льда с целью гляциологических наблюдений, плотность льда может быть с успехом определена методом каротажа плотности [3].

В заключение авторы благодарят С. С. Вялова за интерес, проявленный к выполненной работе, и за помощь в предоставлении гляциологической лаборатории для проведения опытов.

Поступило в редакцию 23 XII 1957 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Г. В. Горшков. Гамма-излучение радиоактивных тел. Изд. ЛГУ, 1956 г.
2. А. А. Татарников. Разведка и охрана недр, № 4, 17 (1957).
3. А. П. Очкур. Каротаж плотности. Вопросы рудной геофизики. Госгеолиздат, Москва, 1957, стр. 62.

## Радиометрический метод контроля последовательных перекачек различных сортов нефтепродуктов по одному магистральному трубопроводу

Б. З. Вотлохин, А. З. Дорогощинский, Н. П. Мельникова

Самым удобным и экономичным транспортом нефти и нефтепродуктов является нефтепроводный транспорт. Для увеличения эффективности работы трубопроводов в последние годы широко применяются последовательные перекачки различных нефтепродуктов по одному трубопроводу, например после бензина качают керосин, после керосина—дизельное топливо и т. д.

Для уменьшения объема образующейся на границе двух нефтепродуктов нетоварной смеси, правильного ведения режима последовательной перекачки, приемки нефтепродуктов на конечной стан-

ции и т. д. необходимы специальные точные методы контроля границ смеси.

В Грозненском нефтяном научно-исследовательском институте проведены испытания радиометрического метода контроля последовательных перекачек нефтепродуктов на магистральном трубопроводе с применением радиоактивных изотопов. Метод состоит в том, что в границу раздела двух нефтепродуктов вводится радиоактивное вещество и путем измерения интенсивности излучения в нужных пунктах трубопровода определяются границы образовавшейся смеси нефтепродуктов.



## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

В качестве индикатора использовалось переведенное в радиоактивное состояние специальное вещество—трифенилстибин, хорошо растворяющее-

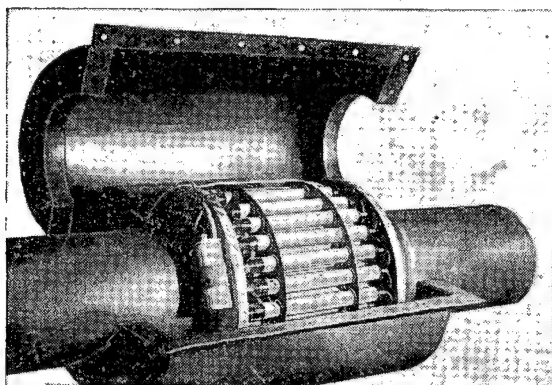


Рис. 1. Общий вид выносного блока, установленного на 10-дюймовом трубопроводе.

ся в нефтепродуктах с радиоактивным изотопом сурьмы  $Sb^{124}$ , период полураспада которого равен 60 дням. Была разработана специальная радиометри-

блока, включающего газонаполненные счетчики типа ВС-9 и электронные устройства, и 2) вторичной электронной аппаратуры.

Выносной блок помещался на трубопроводе в специальном кожухе и кабелем соединялся со вторичной счетной аппаратурой и электронным регистрирующим потенциометром типа ЭПД-17. На рис. 1 показан общий вид выносного блока, установленного на 10-дюймовом трубопроводе.

Электронное устройство выносного блока, смонтированное на двух двойных триодах типа 6Н15П, представляет собой каскад схемы совпадения и катодный повторитель. По кабелю связи зарегистрированные совпадающие импульсы поступают на пересчетное устройство типа ПС-64, на выходе которого установлен четырехдиапазонный интегратор типа РС с полупроводниковыми диодами ДГЦ-7.

Напряжение с интегратора поступает на электронный потенциометр типа ЭПД-17, регистрирующий среднюю скорость поступающих импульсов. Контактным устройством потенциометра автоматически подаются сигналы о начале и конце прохождения смеси. Выбором одной из ступеней пересчета (XI, X4, X16, X64) блока ПС-64 и одного из диапазонов чувствительности интегратора (I, II, III и IV) удается зарегистрировать в виде кривой на диаграмме ЭПД-17 радиоактивное излучение при средней скорости поступающих импульсов 300—200 000 имп/мин.

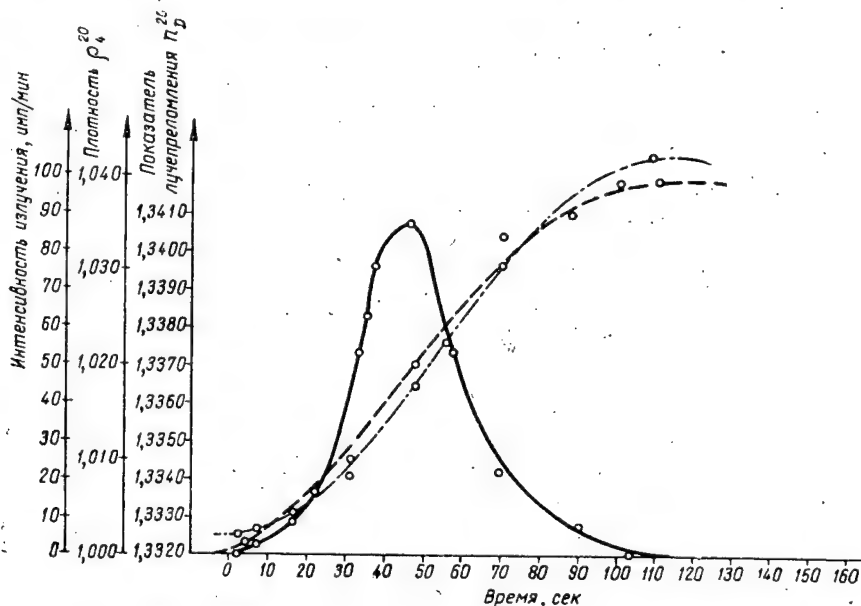


Рис. 2. Кривые изменения интенсивности радиоактивного излучения, плотности и показателя лучепреломления при прохождении радиоактивной смеси по нефтепроводу.

— интенсивность излучения; ---- плотность; -.-.- показатель лучепреломления.

ческая установка с дистанционной регистрацией радиоактивного излучения жидкости, движущейся по трубопроводу. Установка состоит из: 1) выносного

В декабре 1956 г. ГрозНИИ совместно с Грозненским нефтепроводным управлением был проведен промышленный опыт контроля последовательной

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

перекачки нефтепродуктов на магистральном трубопроводе Грозный—Трудовая, длина которого 886,6 км; скорость движения нефтепродуктов по трубопроводу 2,3—3,5 км/час.

На головной станции Грозный радиоактивное вещество активностью около 12  $\mu\text{Ки}$  (растворенный в дизельном топливе трифенилстибин) в количестве 4 см<sup>3</sup> было введено в границу раздела перекачиваемых нефтепродуктов—дизельного топлива и керосина.

Наблюдения проводились на семи перекачивающих станциях, где отбирались пробы и регистрировались кривые интенсивности радиоактивного излучения. На всех пунктах наблюдения приборы четко зарегистрировали прохождение радиоактивной смеси, благодаря чему были точно определены границы смеси нефтепродуктов и концентрация одного нефтепродукта в другом, что особенно важно для конечных станций, где происходит «раскладка» нефтепродуктов по резервуарам.

Созданные дистанционная радиометрическая аппаратура и схема контроля последовательной перекачки нефтепродуктов с помощью радиоактивных изотопов оказались вполне работоспособными, а использованная доза радиоактивного вещества достаточной.

На рис. 2 приведены экспериментально полученные кривые плотностей и показателя лучепреломления, а также зарегистрированной интенсивности радиоактивного излучения.

Начало подъема кривой радиоактивного излучения совпадает с началом подхода смеси (наличие небольших количеств второго продукта в первом). Максимум кривой радиоактивного излучения совпадает с 50%-ной концентрацией второго продукта в первом. Отсутствие радиоактивного излучения свидетельствует о движении по трубопроводу «чистого» второго продукта.

Одновременно происходит изменение величины плотности и показателя лучепреломления от низких у первого продукта до более высоких у второго. Экспериментальные работы и промышленный опыт контроля последовательной перекачки с применением радиоактивного трифенилстибина показали, что после введения в трубопровод радиоактивного вещества оно очень сильно разбавляется в нефтепродуктах одновременно с увеличением объема смеси, который в нашем эксперименте составлял 44 м<sup>3</sup> на втором пункте наблюдения и 204 м<sup>3</sup> на шестом. Несмотря на это, результаты измерения радиоактивного излучения на конечном пункте наблюдения позволяют сделать вывод, что можно было бы применить радиоактивную жидкость с еще меньшей активностью. Практически радиометрический метод контроля может быть применен на магистральных нефтепроводах и продуктопроводах любой длины и диаметров.

Радиоактивное излучение смеси не представляет никакой опасности для обслуживающего персонала перекачных станций.

Кривые зарегистрированного излучения показывают, что космический фон до подхода радиоактивной смеси и после прохождения смеси имеет одну и ту же величину. Никакого загрязнения трубопровода радиоактивными веществами не происходит.

В настоящее время ГрозНИИ совместно с Грозненским товарно-транспортным управлением внедряет описанный метод контроля на трубопроводе Грозный—Трудовая для контроля последовательных перекачек нефтепродуктов и совместно с Куйбышевским нефтепроводным управлением—на нефтепроводе Бавлы—Куйбышев для контроля последовательных перекачек различных нефтей.

Поступило в редакцию 1 VIII 1957 г.

## ПОПРАВКИ

к статьям, напечатанным в журнале, вып. 1, т. 4 за 1958 г.

1. Н. А. Перфилов и др. Особо мелкозернистые эмульсии для ядерных исследований.

На стр. 47 (левая колонка, 2 строка сверху) следует читать:

«...протоны с энергией 1—2 Мэв».

2. С. Г. Рыжанов. Альфа-распад  $\text{RdAc}$  по коллективной модели и спин ядра  $\text{AcX}$ .

На стр. 80 формула (2) и выражение в правой колонке (1 строка сверху) должны иметь вид:

$$W_I^K = C \sum_{l=|I-K|}^{I+K} \left| C_{I,K,l,0}^{K,K} \right|^2 (2l+1) e^{-\beta l(l+1)} e^{-\sigma E_T},$$

где  $C_{I,K,l,0}^{K,K} \dots$

На стр. 81 схему следует читать:

$$\begin{array}{c} 79 \\ \hline 59 \quad (0) \end{array}$$

# НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

## Фазотрон ЦЕРН на 600 Мэв

Фазотрон ЦЕРН (Женева) вступил в действие в августе 1957 г. [1], [2]. Энергия ускоренных в нем протонов составляет 600 Мэв. При проектировании

Ускоритель [4], [5] установлен в центре здания, имеющего Т-образную форму (рис. 2). Защитные стены из тяжелого баритного бетона, окружающие

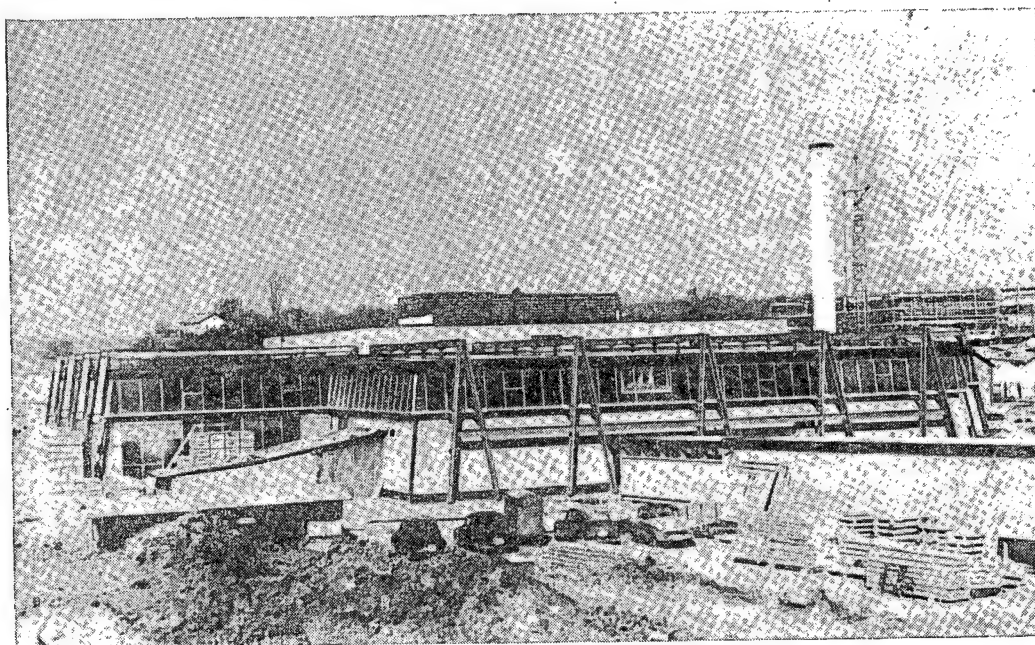


Рис. 1. Внешний вид здания фазотрона ЦЕРН на 600 Мэв.

ускорителя предполагалось, что он будет самым большим в мире. Однако вследствие того, что энергия протонов в фазотроне ОИЯИ (Дубна) была повышена в 1953 г. до 680 Мэв, а в 184-дюймовом фазотроне Калифорнийского университета (США) в 1957 г. — до 730 Мэв [3], фазотрон ЦЕРН оказался на третьем месте.

ускоритель, имеют толщину 4—5,8 м. Пучки частиц направляются в измерительные помещения через каналы в защитных стенах. Два проема в стенах закрываются блоками из баритного бетона, установленными на платформах, управляемых гидравлическим приводом. Между блоками могут быть оставлены щели для прохождения пучков. Коридор для

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

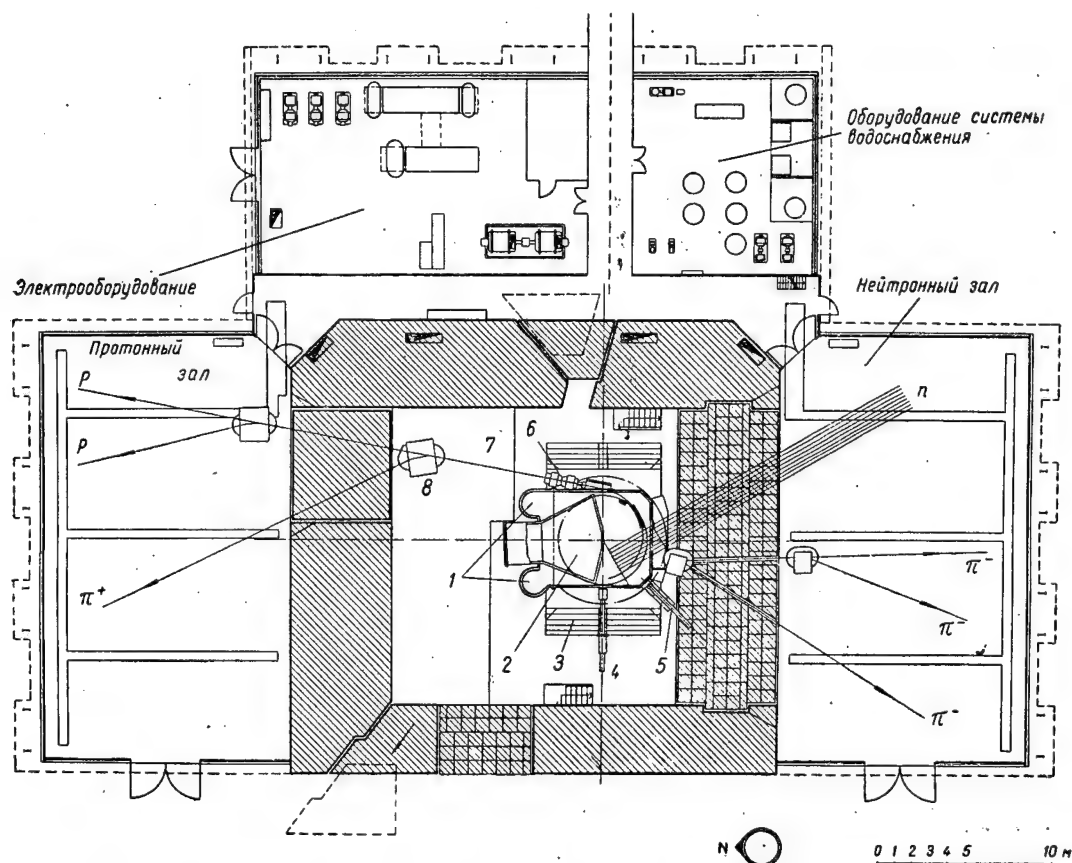


Рис. 2. План фазотрона и схема расположения пучков различных частиц.

1—диффузионные насосы; 2—дуант; 3—ядро магнита; 4—ионный источник; 5—подвижная мишень, вводимая в камеру; 6—магнитные линзы с сильной фокусировкой; 7—мишень; 8—магнит для фокусировки пучка  $\pi^+$ -мезонов.

ной 50 м соединяет ускоритель с комнатой управления и помещением для измерительной аппаратуры.

Электромагнит (без катушек) весит 2500 т. Диаметр полюсных наконечников равен 5 м. Зазор между наконечниками изменяется от 45 см в центре магнита до 36 см на периферии. Две катушки из алюминия соединены последовательно и имеют по 333 витка каждая. Ток в катушках равен  $\sim 1800$  а, рассеиваемая мощность 800—900 кВт.

Вакуумная камера, изготовленная из нержавеющей стали, соединена с двумя диффузионными насосами (скорость откачки каждого  $12$  м<sup>3</sup>/сек при  $10^{-4}$  мм рт. ст.) и тремя механическими насосами (скорость откачки каждого  $170$  м<sup>3</sup>/час). Давление в камере  $3 \cdot 10^{-6}$  мм рт. ст. при выключенном ионном источнике и  $6 \cdot 10^{-6}$  мм рт. ст. во время работы источника.

Дуант соединен с переменным конденсатором передающей линии. Изготовлены два типа конденсаторов: настраиваемый камертон и вращающийся конденсатор. Число циклов изменения емкости  $\sim 55$  раз в секунду. Частотный диапазон, необходимый для ускорения протонов, 27—17 Мгц. Высокочастотным генератором (потребляемая мощность около 50 кВт) является триод, сетка которого ох-

лаждается водой. Амплитуда напряжения на дуанте изменяется в течение цикла ускорения от 12 до 4 кв. В настоящее время установлена и испытывается высокочастотная система с камертоным конденсатором.

Среднее значение тока протонов в камере порядка 0,1 мка. После некоторых экспериментов ток будет повышен до 1—2 мка. Ток внешнего пучка составляет  $\sim 3\%$  от тока пучка внутри камеры ( $10^9$  протонов в импульсе при частоте повторения 55 имп/сек). Для отклонения пучка используется магнитный канал. После выхода из камеры пучок фокусируется магнитными линзами.

Стоимость фазотрона, включая стоимость здания и заработную плату персонала, составляет около 2 млн. фунтов стерлингов. Сооружение здания фазотрона (рис. 1) было начато во второй половине 1954 г. Различные части ускорителя изготавливались в разных странах: магнит во Франции, генератор питания катушек магнита в Швейцарии, катушки в Бельгии, вакуумная камера в Швеции, насосы в Германии, высокочастотная система в Нидерландах. Проект фазотрона составлялся под руководством С. Дж. Беккера (Нидерланды), являющегося сейчас генеральным директором ЦЕРН. Н. Ф.

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

## ЛИТЕРАТУРА

1. Nucl. Engng. 2, № 18, 403 (1957).
2. Nucl. Power 2, № 17, 353 (1957).

3. Atomic Industry 6, № 1, 9 (1958).
4. Engineer 204, № 5307, 538 (1957).
5. A. L u n b y. Discovery 19, № 2, 56—59 (1958).

## Аккумуляция энергии излучения в графите

Энергия нейтронов, замедляющихся в активной зоне ядерного реактора в результате упругих соударений, диссипируется в замедлителе. В графите часть этой энергии выделяется в виде тепла, а часть накапливается в кристаллической структуре. Даже небольшое количество этой аккумулязированной энергии представляет опасность при внезапном выделении. Подобное накопление энергии (называемое эффектом Вигнера) является частным случаем радиационных нарушений материалов и должно учитываться при конструировании реакторов с графитовым замедлителем, с целью обеспечения их максимальной безопасности [1].

Под действием нейтронного облучения в графите происходят изменения механических и электрических свойств, теплопроводности и размеров [2], [3].

**Аккумуляция энергии.** При повышении температуры графита после облучения нарушения частично отжигаются и аккумулязированная энергия выделяется. Данные о количестве аккумулязированной энергии в графите для различных интегральных нейтронных потоков облучения (при температуре 30° С) приведены в таблице.

Т а б л и ц а

Количество аккумулязированной энергии в графите  
(для различных интегральных потоков)

Интегральный поток, нейтр/см <sup>2</sup>	0,5·10 <sup>21</sup>	1,0·10 <sup>21</sup>	1,5·10 <sup>21</sup>
Энергия, кал/г	250	400	500

Учитывая то, что удельная теплоемкость графита изменяется с температурой от 0,2 до 0,4 кал/г°С, то при облучении, например, интегральным потоком 10<sup>21</sup> нейтр/см<sup>2</sup> выделение аккумулязированной энергии может повысить температуру графита до 1000° С.

Если энергия накоплена при температуре  $T_0$  и температура графита равномерно увеличивается до температуры  $T_1$ , которая выше  $T_0$  примерно на 100° С, то тепло в графите почти не выделяется. Выше температуры  $T_1$  скорость тепловыделения примерно постоянна до 1500° С. Это явление наблюдается с образцами, которые продолжают находиться под облучением. Для кратковременных облучений при низкой температуре выделение энергии имеет другой характер: начиная с температуры  $T_1$ , которая по-прежнему выше температуры облучения на 100° С, максимальное количество энергии выделяется

в интервале 200—300° С. На рис. 1 приведены кривые скоростей выделения энергии в зависимости от температуры отжига для облучений при температуре 30 и 150° С.

**Отжиг.** Как было отмечено, аккумулязированная энергия выделяется из облученного графита отжигом при высоких температурах. Так же снимаются и другие изменения физических свойств графита.

В практике факт аккумуляциации энергии в графите реактора имеет большое значение. Поэтому при конструировании реактора необходимо знать: 1) количество аккумулязированной энергии в графите в любой точке реактора и в любой момент времени облучения графита; 2) соответствующую величину выделяющейся энергии, если предполагается поднимать температуру графита.

Чтобы подсчитать аккумулязированную энергию, необходимо знать для каждой рассматриваемой точки нейтронный поток и температуру графита, а также характер накопления энергии под действием облучения при данной температуре. Чтобы точно предсказать величину этой энергии, необходимо иметь экспериментальные данные по этим характеристикам.

Приблизительный расчет скорости выделения энергии можно сделать, исходя из предположения, что эта скорость постоянна в области от  $T_1$  до 1500° С, где  $T_1$  — температура, при которой начинается выделение энергии. (Это очень грубое предположение, поскольку вблизи температуры 1500° С имеется максимум. Кроме того, это предположение не может быть применимо для облучения в течение короткого времени при низких температурах.)

Если общая аккумулязированная энергия при облучении графита при температуре  $T_0$  равна  $S$ , то выделение энергии на единицу температуры при возрастании последней определяется выражением

$$\frac{dS}{dT} = \frac{S}{1500 - T_1} = \frac{S}{1500 - (T_0 - 100)} = \frac{S}{1400 - T_0}.$$

Опасность, связанная с выделением аккумулязированной энергии, может возникнуть только в случае, если величина  $dS/dT$  больше удельной теплоемкости графита.

Если нет отвода или потерь тепла, вся аккумулязированная энергия может выделиться в случае превышения температуры  $T_1$ . Последняя взята в качестве критерия для оценки опасности, создаваемой аккумулязированной энергией. На практике эта граница может быть безопасно превышена, поскольку всегда имеется отвод тепла при помощи теплоносителя.

Задача заключается в том, чтобы подсчитать аккумулязированную энергию в различных частях

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

реактора и определить наиболее опасную точку. Подсчет можно проверить установкой образцов графита в реакторе и последующим измерением выделившейся энергии из этих образцов.

отношением  $\frac{T_2 - T_1}{1500 - T_1}$  (рис. 2). Таким образом, применяя достаточно высокую температуру отжига  $T_2$ , можно гарантировать, что спонтанного выделения

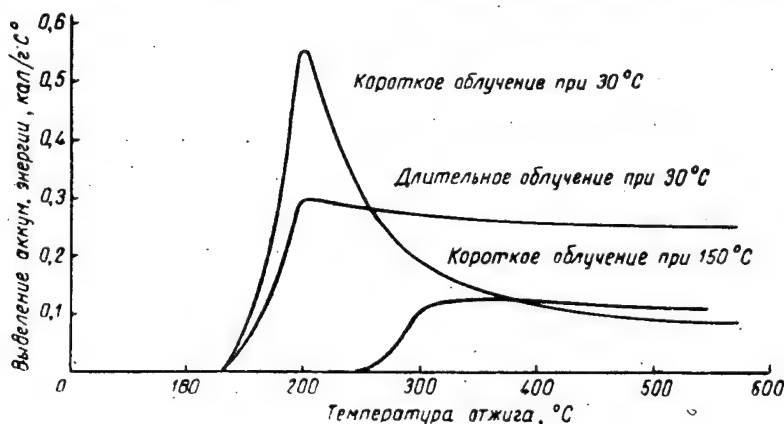


Рис. 1. Выделение саккумулированной в графите энергии.

При отжиге температура графита медленно увеличивается за счет внешнего источника тепла и аккумулялированная энергия выделяется. Однако не вся энергия может выделиться, поскольку для этого

энергии не будет, даже если в процессе работы реактора имеются локальные превышения опасной температуры. Благодаря значительной тепловой инерции замедлителя большие колебания температуры

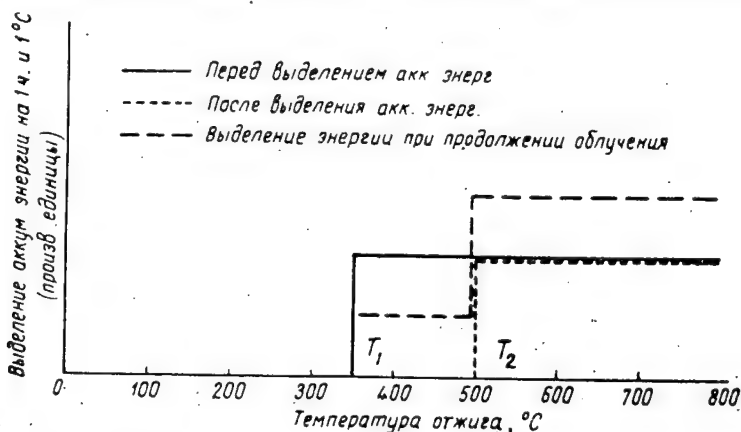


Рис. 2. Выделение саккумулированной в графите энергии в результате эффекта Вигнера.

потребовалось бы довести температуру всего графита в реакторе до  $1500^\circ\text{C}$ . Если температура отжига  $T_2$ , то выделяется только часть энергии, определяемая

кладки не наблюдаются. Тем не менее любые мероприятия, позволяющие отдалить опасную границу, желательны.

Ю. К.

## ЛИТЕРАТУРА

1. P. Grant. Engng 185, 4794, 120 (1958).
2. В. Вуде, Л. Буп и Дж. Флетчер. Металлургия ядерной энергетики и действие облучения на материалы (Доклады иностранных ученых на Международной конференции по

мирному использованию атомной энергии). Гостехиздат, 1956.

3. В. В. Гончаров. Атомная энергия III, 11, 398 (1957).



## О поведении плутония в сплавах

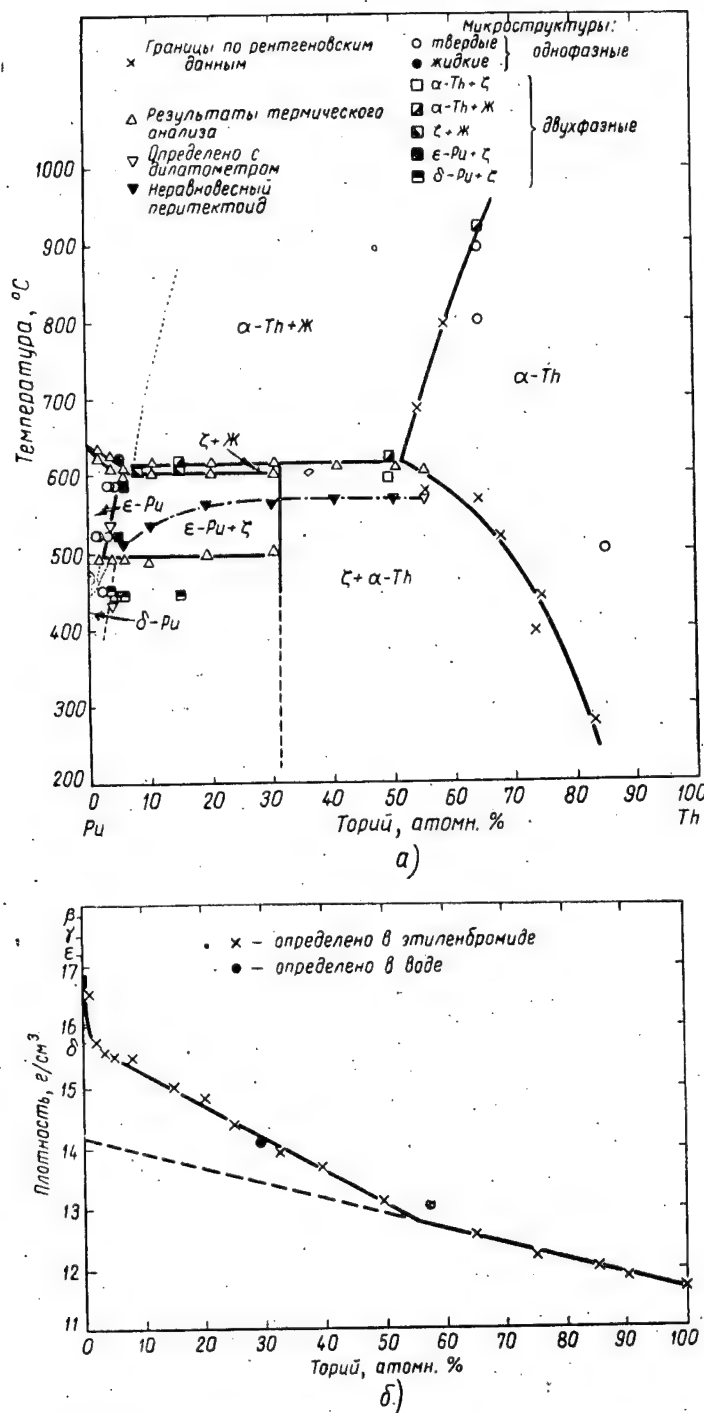


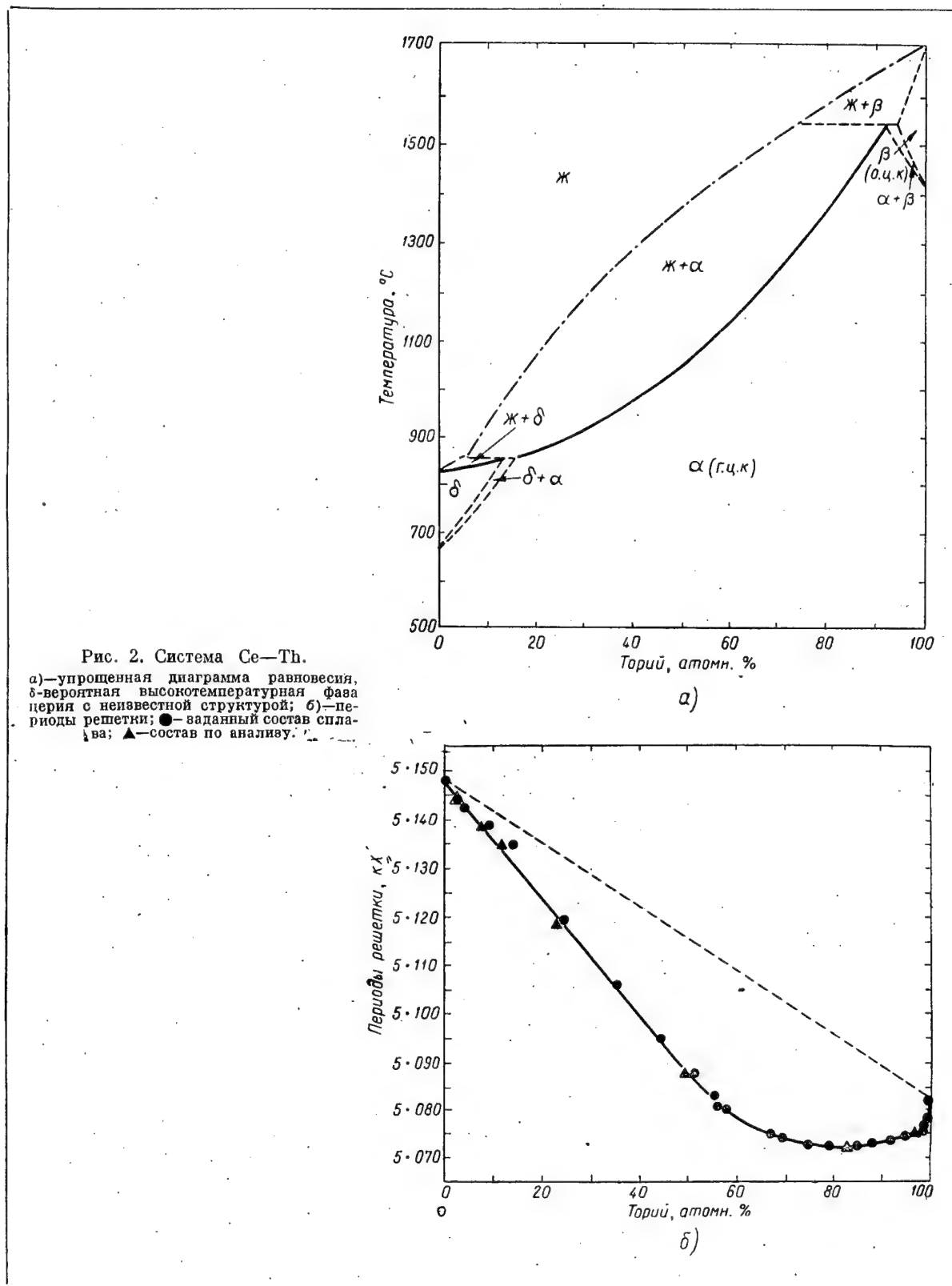
Рис. 1. Система Pu—Th.

а) — ориентировочная диаграмма равновесия; б) — плотности литых сплавов. Плотность  $\alpha$ -плутония — 19,7.

Закономерности образования сплавов тяжелых элементов (урана, нептуния, плутония и др.) со сложной электронной структурой важны для практики и представляют большой теоретический интерес, поскольку известно, что они не укладываются в рамки существующей теории сплавов.

Недавно опубликованы [1] данные по исследованию системы Pu—Th (рис. 1, а). Руководствуясь известными соображениями о валентностях, размерах атомов и электроотрицательности компонентов, можно было бы ожидать, что в этой системе не будет соединений (так же как, например, в системе U—Th с одной эвтектикой [2]). Однако в ней обнаружено соединение  $\zeta$  (имеющее, по предварительным данным, ромбическую структуру с параметрами  $a=9,820 \text{ \AA}$ ,  $b=8,164 \text{ \AA}$  и  $c=6,681 \text{ \AA}$ ), которому, исходя из экспериментальной плотности, равной  $14,0 \text{ г/см}^3$ , может быть приписана формула  $\text{Th}_{13}\text{Pu}_6$  (31,6% тория;  $d=13,96 \text{ г/см}^3$ ).

Согласно элементарной теории сплавов растворимость тория в  $\epsilon$ -плутонии невелика (~5%), а в  $\delta$ -плутонии она больше (при температуре перитектоида 496° С), чем в  $\epsilon$ -плутонии. Растворимость плутония в тории велика (48,5% при 615° С) и сопровождается аномальным расширением атома плутония от максимального радиуса чистого плутония ( $\delta$ -фаза), равного 1,645  $\text{\AA}$ , до эффективного радиуса в твердом растворе с  $\alpha$ -торием, равного, по рентгеновским данным,  $1,697 \pm 0,005 \text{ \AA}$  или 1,707  $\text{\AA}$  из экстраполяции экспериментальных данных о плотности сплавов ( $d=14,2 \text{ г/см}^3$ ; см. рис. 1, б). При этом разница в размерах атомов плутония и тория уменьшается до 5%. По Захариазену [3], валентность атома плутония, имеющего радиус 1,70, равна, как и у тория, 4. Почему расширение атома плутония прекращается в точке, соответствующей валентности 4, а не идет дальше, неизвестно. Возможно, что это явление происходит вследствие быстрого роста свободной энергии атома плутония с уменьшением его валентности ниже 4. Интересно сравнить эти данные и поведение церия в сплаве с торием [4], поскольку церий в известной степени подобен плутонию, обладая несколькими модификациями и большим изменением плотности (~16%) при переходе устойчивой при комнатной температуре гранецентрированной формы ( $a=5,1502 \text{ \AA}$ ) в низкотемпературную (охлаждение в жидком воздухе) той же структуры высокой плотности ( $a=4,84 \pm 0,03 \text{ \AA}$ ) [5]. Это же превращение происходит при комнатной температуре под давлением  $12,43 \text{ т/см}^2$  и приписывается переходу электрона  $4f$  в состояние  $5d$  с изменением валентности от



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

3,2 до 4. Из диаграммы (рис. 2, а) видно, что в согласии с теорией церий и α-торий образуют при комнатной температуре непрерывный ряд твердых растворов, имеющих аномальное изменение периода решетки (рис. 2, б). Эта аномалия не связана с очищающим действием церия на примеси в тории (99,5% тория; 0,02% кальция, часть которого испарилась при приготовлении сплава; 0,015% азота; остальное главным образом кислород,  $a=5,082 \text{ мХ}$ ), так как она распространяется до ~30% церия. Она не объясняется также примесями в церии, так как использовался металл высокой чистоты (99,95% церия; 0,002 железа; <0,05% лития и следы кремния, марганца, натрия, молибдена, меди и алюминия). Аномалию можно объяснить, исходя из соображений о межатомном воздействии. При внедрении в решетку тория больших атомов церия они подвергаются сжатию, которое при незначительном содержании церия достаточно, чтобы перевести электрон 4f на уровень 5d. Образующаяся модификация церия высокой плотности остается в растворе, но так как ее атомный диаметр меньше, чем у тория, то параметр решетки сплава уменьшается. С увеличением содержания церия сжатие постепенно уменьшается и большая доля его атомов возвращается в нор-

мальное электронное состояние. Эти данные следовало бы проверить измерением магнитной восприимчивости сплавов.

Для получения сведений об изменении свободной энергии атома плутония при изменении его размеров и валентности интересно было бы исследовать изменение параметров решетки твердых растворов в системе Pu—Ce. Образование их между церием и плутонием возможно, так как в валентном состоянии 4 они имеют атомные радиусы соответственно 1,71 и 1,70 Å, а структуры решетки церия высокой плотности и δ-плутония одинаковы.

Г. З.

## ЛИТЕРАТУРА

1. D. M. Poole, G. K. Williamson, J. A. C. Marples. J. Inst. Metals, 86, 172 (1957).
2. H. A. Saller, F. A. Rongh. U. S. AES publ. (BMJ-1000), 1955.
3. W. Zachariassen, J. Chem. Phys. 25 (1957).
4. R. T. Weiner, W. E. Freeth, G. V. Raynor. J. Inst. Metals, 86, 185 (1957).
5. A. F. Schuch, I. H. Sturdivant. J. Chem. Phys. 18, 145 (1950).

## Некоторые вопросы извлечения урана из руд

(по материалам Международного конгресса по переработке минерального сырья)

В сентябре 1957 г. в Стокгольме состоялся Международный конгресс по обогащению минерального сырья, на котором было обсуждено современное состояние теории и практики процессов измельчения руд, их классификации, гравитации, флотации, магнитной сепарации, обжига и гидрометаллургической переработки. Из 33 рассмотренных на конгрессе докладов для читателей журнала «Атомная энергия» могут представить интерес два доклада, в которых освещены некоторые вопросы обогащения и гидрометаллургической переработки урановых руд.

Первая часть доклада Е. Свенке\*) «Некоторые сведения о промышленной переработке урановых руд» [1] содержит данные об уровне производства урановых концентратов, их стоимости, кондициях на содержание урана в промышленных рудах и некоторые данные о современном состоянии промышленности по переработке урановых руд, ранее опубликованные в иностранной печати.

Во второй части доклада приводится технологическая схема действующей в Швеции (Кварнторп) фабрики, перерабатывающей урансодержащие сланцы.

Участникам конгресса были розданы также материалы, содержащие некоторые технико-экономические показатели работы этого предприятия [2]. На рисунке приведена современная схема цепи аппаратов по переработке сланцев.

Производительность фабрики—150 тыс. т сланцев в год при содержании урана 235 г на 1 т (0,023%). Сквозное извлечение урана из руды в конечный 70%-ный концентрат—порядка 42,5%.

\*) Директор отдела химических исследований и производства при Комиссии по атомной энергии Швеции.

Расходные коэффициенты на 1 кг урана в конечном концентрате составляют:

Сырой сланец . . . . .	10,0 т
Сланец после обогащения в тяжелых суспензиях . . . . .	7,0 т
Серная кислота . . . . .	0,4 т
Окись кальция . . . . .	0,4 т
Электроэнергия . . . . .	275 кв/час
Пар . . . . .	0,7 т

В докладе И. Б. Клеммера\*) «Применение жидкостной экстракции при переработке урановых руд» [3] дан краткий обзор результатов лабораторных и полужаводских исследований, выполненных для Комиссии по атомной энергии США.

На первом этапе жидкостная экстракция нашла узкое применение очистки  $U_3O_8$  от примесей редкоземельных элементов; в качестве экстрагента использовался этиловый эфир.

На втором этапе применение экстракции было расширено за счет использования керосиновых растворов: трибутилфосфата—для извлечения урана из азотнокислых растворов и диалкил-пирофосфорной кислоты—для попутного извлечения урана из фосфатных растворов.

В последние годы найдены экстрагенты и разработаны процессы, позволяющие использовать экстракцию не только для отделения урана, плутония и продуктов расщепления ядерного горючего, но и для выделения урана из сернокислых растворов и пульп, получаемых в результате выщелачивания руд.

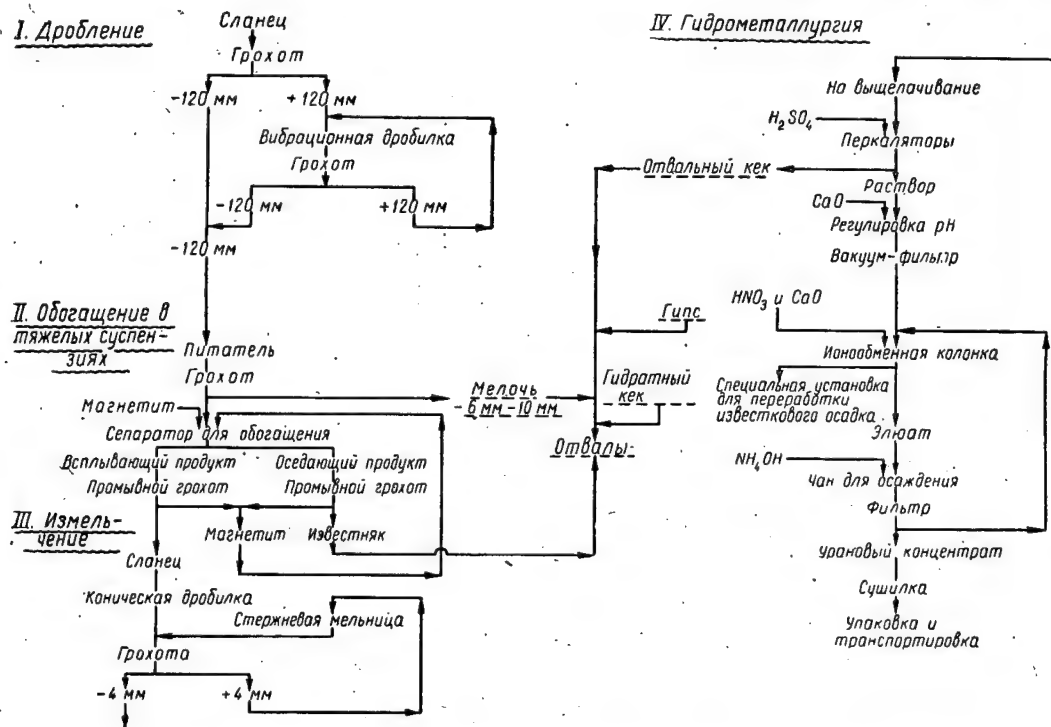
\*) Начальник отдела технологии минерального сырья при департаменте внутренних дел США.

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

В основе экстракционного метода лежат химические реакции, типичные для анионного и катионного обмена. Однако процессы экстрагирования, являющиеся жидкостным ионным обменом, протекают более быстро, чем процессы сорбции на смолах, за счет больших контактных поверхностей, получаемых при смешивании двух жидкостей. Это же относится и к процессам реэкстракции при сопоставлении их с десорбцией урана.

трехвалентное железо, экстрагируемое вместе с ураном. Поскольку двухвалентное железо аминами не экстрагируется, то при наличии значительных количеств трехвалентного железа в сульфатных растворах от выщелачивания его целесообразно восстановить до двухвалентного.

Реэкстракция урана и одновременная регенерация керосинового раствора аминов осуществляютс<sup>я</sup> 1 М раствором хлорида натрия, подкисленным до



Современная схема цепи аппаратов фабрики по переработке урансодержащих сланцев в Квариторпе.

Клеммер приводит следующие сравнительные данные: 1 куб. фут смолы (сорбента) дает в сутки от 2 до 3 фунтов  $U_3O_8$  (или 1 м<sup>3</sup> смолы—от 70 до 106 кг  $U_3O_8$ ); 1 куб. фут 0,1 М раствора экстрагента в керосине дает в сутки от 4 до 8 фунтов  $U_3O_8$  (или 1 м<sup>3</sup> 0,1 М раствора экстрагента—от 141 до 285 кг  $U_3O_8$ ); 1 куб. фут смолы стоит около 45 долларов; 1 куб. фут 0,1 М раствора экстрагента стоит около 4 долларов.

Эти данные свидетельствуют о том, что экстракционный метод извлечения урана из растворов более экономичен и прост, чем метод сорбции урана на ионообменных смолах.

В качестве промышленных экстрагентов применяются растворы органических аминов, ди-2-этилгексил-фосфорной кислоты (ЕНРА) и додецил-фосфорной кислоты (DDPA) в легких фракциях керосина.

Амины (типа  $R_2NH_2Cl$ ) по отношению к урану—наиболее селективные и быстродействующие экстрагенты. Мешающей примесью в растворах является

pH=1. Из этого раствора конечный концентрат  $U_3O_8$  может быть осажден аммиаком или окисью магния.

Область применения аминов ограничена экстракцией урана только из осветленных растворов. Экстракция из загрязненных растворов или пульп осложняется образованием третьей эмульсионной фазы.

Экстракция аминами из растворов, содержащих 1 г/л урана, осуществляется обычно в 2—4 стадии при отношении фаз вода : органика=4 : 1. Реэкстракция протекает в 3—4 стадии при отношении фаз органика : вода=6 : 1.

Додецил-фосфорная кислота  $C_{12}H_{25}OPO_3H_2$  (DDPA) является самой дешевой из опробованных для экстракции органических соединений и дает самый высокий коэффициент концентрации урана после реэкстракции. В отличие от аминов при ее применении значительное количество твердых частиц, находящихся в растворе, не осложняет реэкстракцию и не ведет к излишнему расходу реагентов.

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

DDPA менее селективна, чем амины, и извлекает значительное количество трехвалентного железа и некоторое количество титана. Титан снижает экстракционную способность DDPA; при наличии в органике больших количеств титана его периодически удаляют 10%-ным раствором фтористоводородной кислоты.

Ввиду прочной связи между ураном и DDPA для реэкстракции применяется такой сильный реагент, как 10 М раствор соляной кислоты. В дальнейшем около 80% соляной кислоты возвращается в процессе реэкстракции за счет регенерации выпариванием.

Экстракция урана 2,7%-ным раствором DDPA в керосине проводится в 4—5 стадий при отношении фаз вода : органика = 7 : 1; реэкстракция протекает в 4—6 стадий при отношении фаз органика : кислота = 10 : 1.

**Ди-2-этил-гексил-фосфорная кислота** ( $C_8H_{17}O_2PO_3H$ ) (ЕНРА) по селективной способности к экстракции урана занимает промежуточное положение между аминами и DDPA и требует более длительного контакта и более сильного смешивания с урансодержащими сульфатными растворами.

Реэкстракция урансодержащей органической фазы ЕНРА может быть осуществлена как сильными кислотами (аналогично DDPA), так и 10%-ным раствором соды.

В последнем случае во избежание образования третьей фазы, являющейся продуктом взаимодействия ЕНРА и соды, в керосиновый раствор ЕНРА добавляют 3—5% трибутилфосфата (ТБФ) или спиртов (каприл, ундеканол).

Железо и титан выводятся из содовых растворов в виде гидратов, после чего уран может быть осажден едким натром и раствор после карбонизации направлен на последующую реэкстракцию. Однако на практике встречаются трудности с фильтрацией ураната, поэтому карбонатный раствор после отделения от железа и титана чаще всего нейтрализуют до pH=4, удаляют  $CO_2$  кипячением и осаждают урановый концентрат аммиаком или окисью магния. Керосиновый раствор ЕНРА и ТБФ после реэк-

тракции регенерируется путем контакта с насыщенным раствором серной кислоты.

Экстракция урана 3%-ным раствором ЕНРА в керосине проводится обычно в 4—5 стадий при фазовом отношении вода : органика = 6 : 1; реэкстракция 10%-ным раствором соды осуществляется в 2—3 стадии при отношении фаз органика : сода = 10 : 1.

Перечисленные выше экстрагенты наряду с ураном хорошо извлекают из сульфатных растворов и молибден, что позволяет осуществлять комплексную переработку руд некоторых месторождений. Раздельное извлечение урана и молибдена производится за счет различных режимов реэкстракции.

Для контакта и разделения водной и органической фаз используются различные аппараты, к числу которых относятся: смесители-отстойники, насосные осадители, пульсирующие колонки, контакторы с вращающимися дисками, гидроциклоны и центрифужные контакторы. Для многостадийной экстракции в основном применяются высокопроизводительные центрифужные контакторы, занимающие небольшую площадь.

В заключение Клеммер указывает, что низкие капитальные затраты, гибкость в управлении процессом и небольшие эксплуатационные расходы в сочетании с высоким извлечением и чистотой конечного продукта позволяют надеяться, что экстракция растворителями займет важное место в гидрометаллургии урановых и других руд.

С. В. Шумилин

## ЛИТЕРАТУРА

1. E. S v e n k e. Some Aspects of the Uranium Milling Industry. International Mineral Dressing Congress (IMDC), Stockholm, 1957.
2. Swedish Mineral Dressing Milss. IMDC, Stockholm, 1957.
3. J. B. C l e m m e r. Applications of Solvent Extraction in Processing Uranium Ores. IMDC, Stockholm, 1957.

## Крупнейшее предприятие по добыче и переработке урановых руд в капиталистических странах

В 1957 г. в Канаде в районе Блайнд Ривер начал функционировать завод Консолидейтд Денисон производительностью 6 тыс. т руды в сутки (рис. 1). Близким к нему по производительности является завод, расположенный в том же районе близ озера Нордик (4 тыс. т руды в сутки) [1]. Крупнейшие действующие урановые заводы США производят не более 3 тыс. т руды в сутки. Некоторые заводы в Витватерсранде, Южно-Африканский Союз, перерабатывают до 7 тыс. т в сутки [2].

Однако если учесть, что в Витватерсранде руды носят комплексный характер и уран получается как компонент, сопутствующий золоту, то можно считать, что завод Консолидейтд Денисон в Канаде является наиболее крупным урановым предприятием капиталистического мира, работающим на собственном урановых рудах.

Строительство этого предприятия осуществлено в относительно короткие сроки.

Наличие уранового оруденения установлено в 1954 г., в 1955 г. рудное тело было вскрыто бурением. В первой половине 1956 г. были пройдены две эксплуатационные шахты: № 1 глубиной 557 м и № 2—710 м. Строительство наземных сооружений и завода началось в январе 1956 г. В сентябре 1957 г. предприятие было пущено на полную проектную мощность.

Рудный горизонт отвода Консолидейтд Денисон состоит из двух или более пластов галечных конгломератов, содержащих уран. Отдельные рудные пласты разделены тонкими кварцевыми прослоями. Средняя мощность рудного тела 4,5 м, падение под углом 19°. Прослеженная длина рудного горизонта: по простиранию—около 4,5 км и по

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5

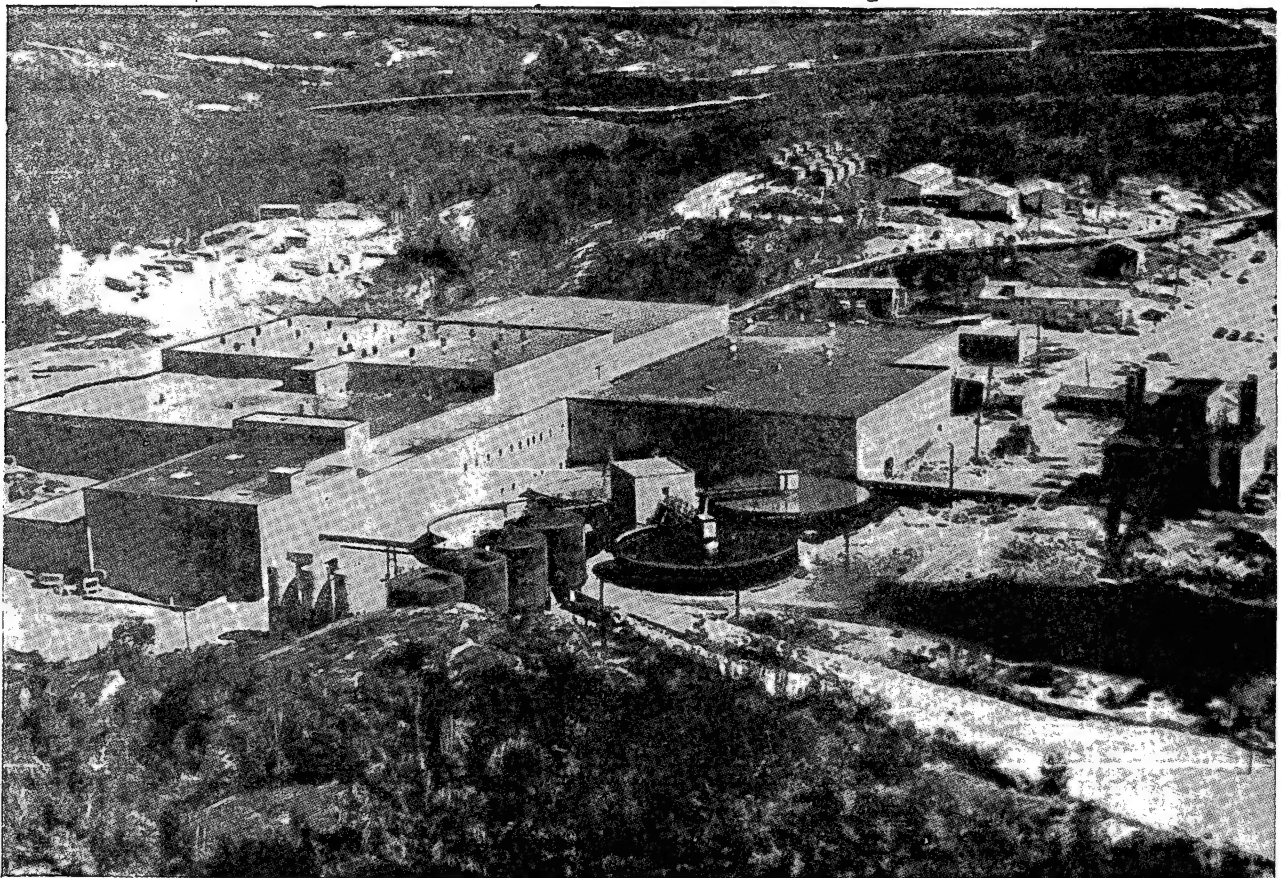


Рис. 1. Завод по переработке урановых руд Консолидейтс Денисон в Канаде.

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

падению — 3 км. Уран встречается в форме браннерита, менее в форме уранинита и настурана. Встречаются монацит и сульфиды (главным образом пирит).

Среднее содержание  $U_3O_8$  — 0,14%. Запасы руды, подсчитанные по данным бурения, составляют 136 750 тыс. т [3], что соответствует 190 тыс. т  $U_3O_8$ . Следовательно, запасы урана этого участка значительно превышают суммарные запасы всех

тракция осуществляется в фильтрационных колоннах. Извлечение урана в первые месяцы работы предприятия составляло 90% [1]. Содержание  $U_3O_8$  в концентрате — 75% [3].

Это предприятие отличается от других в районе Блайнд Ривер тем, что дробление и тонкий помол руды производится непосредственно у шахтного подъемника, откуда руда в виде пульпы перекачивается на завод по трубопроводу.

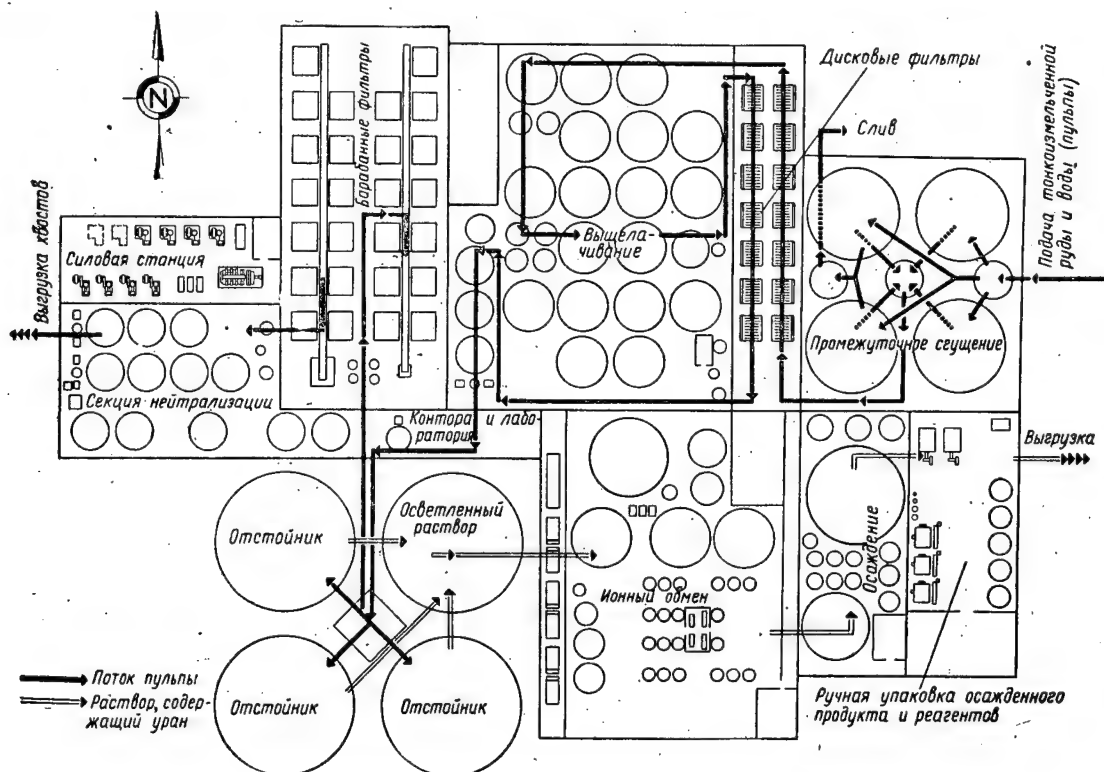


Рис. 2. Схема цепи аппаратов завода Консолидейтд Денисон.

урановых месторождений США, вместе взятых, и составляют более 60% от запасов урана в Канаде.

Технология переработки урановой руды на этом заводе мало чем отличается от применяемых на других предприятиях района Блайнд Ривер. Здесь осуществляется сернокислотное выщелачивание с последующим ионным извлечением урана. Схема цепи аппаратов завода Консолидейтд Денисон приведена на рис. 2. Растворение серной кислотой производится путем обработки измельченной руды в течение 48 час. при температуре 110° F. Ионная экс-

На предприятии работает около 125 человек. Стоимость переработки 1 т руды 8—8,5 доллара. В будущем предполагается увеличение производительности предприятия до 10 тыс. т руды в сутки [1].

М. К.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Canadian Mining Journal № 10, 113 (1957).
2. The Mines Magazine № 11, 24 (1957).
3. Canadian Mining Journal № 6, 125 (1957).

## „Пронто-реакция“ П. Рамдора

При изучении месторождений урана в последние годы все более широко применяется определение абсолютного возраста минералов. На основании этих определений делаются выводы о времени образования месторождений, их приуроченности

к определенному этапу в развитии данного участка земной коры, связи оруденения с той или другой интрузией и т. п.

Однако во многих случаях определение абсолютного возраста носит догматический характер—не

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

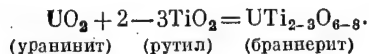
учитываются конкретная геологическая обстановка и часто весьма сложная история развития данного района. Все чаще и чаще геологические данные не соответствуют вычисленным на основании изотопного состава абсолютным возрастам. Нередко определение возрастов минералов одного и того же месторождения дает такие разноречивые результаты, которые не могут найти сколько-нибудь приемлемого геологического объяснения.

В этом свете большое значение приобретают результаты исследований урановых конгломератов Блайнд Ривер, проведенных в последнее время П. Рамдором, широко известным исследователем рудного вещества [1].

Изучая руды участка Пронто, П. Рамдор установил, что основной урановый минерал месторождения Блайнд Ривер — браннерит является вторичным, образующимся в виде псевдоморфоз по ураниниту или рутилу. Тщательные микроскопические исследования позволили установить следующий процесс образования браннерита.

Зерна или мелкие гальки ильменита переходят в рутил. В результате химического взаимодействия между зернами уранинита и рутила образуется браннерит, причем в зависимости от соотношения масс этих минералов браннерит псевдоморфно развивается то по ураниниту, то по рутилу.

Согласно П. Рамдору процесс происходит по следующей реакции, названной им «Пронто-реакцией»:



Эта реакция в одних участках месторождения осуществляется полностью, в других частично, а иногда не происходит совсем. В частности, когда уранинит находится в углестом веществе, первоначально представлявшем собой подвижные углеводороды, то «Пронто-реакция» не происходит.

Причинами возникновения этой реакции, по-видимому, могут быть изменения температуры, состава растворов вмещающих пород и другие факторы, связанные с орогеническими явлениями, интрузивной деятельностью и др.

При наличии «Пронто-реакции» определение абсолютного возраста уранинита и браннерита не может быть использовано для решения вопроса о первичном возрасте уранового оруденения в конгломератах. Именно благодаря наличию этого процесса определение абсолютного возраста месторождений Блайнд Ривер дало чрезвычайно разноречивые данные с разбросом цифр от 2000 млн. лет и более до 350 млн. лет [2].

П. Рамдор отмечает, что «Пронто-реакция» имела место и в рудах месторождений Витватерсранда, где им также наблюдались образования браннерита по ураниниту.

Весьма возможно, что наряду с «Пронто-реакцией» в иных условиях происходят однотипные с ней реакции между минералами урана и окружающим веществом вмещающих пород, приводящие к иным минеральным новообразованиям.

Эти данные свидетельствуют о необходимости тщательного изучения рудного вещества и всей геологической обстановки формирования месторождений для правильной оценки значения полученных величин абсолютных возрастов минералов. Они свидетельствуют также о неприемлемости механического использования цифр абсолютных возрастов для определения времени образования месторождения и вмещающих его толщ.

М. К.

## ЛИТЕРАТУРА

1. P. Ramdohr. Pronto-Reaktion. Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1958, s. 217—222.
2. L. R. Stief, T. W. Stern, C. M. Cialla, I. I. Warr. Bull. Geol. Soc. Amer., 67, 12, 1736 (1956).

## Сырьевая база урана в капиталистических странах

Систематические поиски и разведка урана в капиталистических странах начались после второй мировой войны. К тому времени было известно несколько урановых месторождений, в том числе месторождения Большого Медвежьего озера в Канаде, Плато Колорадо в США и Шинколобве в Бельгийском Конго. За истекшие 10—12 лет во всех капиталистических странах проведены большие объемы поисковых работ, в результате которых выявлены многочисленные новые месторождения урана разнообразных геологических типов, находящиеся в различных геологических условиях. Наибольших успехов в выявлении источников уранового сырья достигли Канада, Соединенные Штаты Америки и Южно-Африканский Союз, являющиеся в настоящее время главными странами в капиталистическом мире по добыче и переработке урановых руд. Значительные месторождения урана выявлены в Австралии и Франции. Бельгийское Конго, бывшее в свое время крупнейшим поставщиком богатых урановых руд, в настоящее время в связи с истощением запасов

отшло в число второстепенных поставщиков урана. В тех или иных количествах урановые руды найдены и в других странах.

На базе выявленных урановых месторождений значительное развитие получила промышленность по добыче и переработке урановых руд.

В течение 1957 г. в иностранных технических журналах появилось много статистических сведений, которые дают представление о масштабах запасов и размерах добычи и переработки урановых руд в капиталистических странах. На основании этих сведений и составлен настоящий обзор\*).

Канада. Основными урановорудными районами Канады являются Б. Медвежье озеро (провинция Северо-Западная территория), озеро Биверлодж (провинция Саскачеван), Блайнд Ривер и Банкрофт

\*) В иностранных источниках приводятся обычно данные о содержании в руде, запасах и производстве урана как окисла  $\text{U}_3\text{O}_8$ ; в настоящем обзоре они даны в пересчете на металлический уран.

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

(провинция Онтарио) и Рекспар (Британская Колумбия).

Урановые месторождения Б. Медвежьего озера, открытые в 1930 г., были первым крупным источником богатых урановых руд в Канаде. Урановые руды относятся к «пятиметальной» формации, кроме урана в них содержатся никель, кобальт, висмут и самородное серебро. Урановая смолка образует местами богатые жильные руды. Месторождение отработано до глубины около 600 м. Руда перерабатывается на месте на заводе Эльдorado производительностью 200 *т/сутки*; кроме того, перерабатываются старые хвосты гравитационного завода, добываемые драгой из залива, куда они сбрасывались [1].

Небольшое месторождение урановосмолковых руд в кварцевых жилах разрабатывается в районе озера Мариан Лейк в 420 км к юго-востоку от Б. Медвежьего озера. Для переработки этих руд построен завод производительностью 150 *т/сутки*; содержание урана в руде составляет 0,30—0,34% [2].

Урановые руды района озера Биверлодж, впервые обнаруженные в 1935 г., начали разрабатываться в 1953 г. В результате интенсивных поисковых и разведочных работ, проводившихся в 1944 г., выявлено большое количество промышленных месторождений урана, благодаря чему район озера Биверлодж выдвинулся в число важнейших в Канаде. Урановое оруденение относится к гидротермальному типу и представлено главным образом рудами простого состава—урановой смолкой с гематитом; руды отдельных месторождений, как, например, Никольсон, кроме урана, содержат никель и кобальт. Содержание урана в добываемых рудах колеблется от 0,12 до 0,17% и иногда доходит до 0,25%; богатые урановые руды не встречаются.

В течение короткого срока на месторождениях района озера Биверлодж построено 15 рудников и 3 перерабатывающих завода. Завод Эльдorado, построенный в 1953 г., в настоящее время расширен—производительность увеличилась до 2000 *т/сутки*; на заводе перерабатываются руды месторождений Фей, Эйс и Верна, а также привозные руды. Завод Гуннар мощностью 1650 *т/сутки* вступил в эксплуатацию в 1955 г. на базе месторождения Гуннар. Завод Лорадо производительностью 500 *т/сутки* начал работать в 1957 г. на рудах месторождения Лорадо. Общая мощность трех заводов составляет 4150 *т/сутки* [1].

Район Блайнд Ривер является наиболее крупным урановорудным районом Канады; в котором урановые месторождения открыты в 1953 г. Он находится в благоприятных экономических условиях—недалеко от железной дороги и характеризуется крупными запасами урана. Урановые руды представляют собой кварцево-галечниковые конгломераты, в цементе которых рассеяны урановые минералы—браннерит (наиболее распространенный), а также урановая смолка и уранинит; в значительных количествах встречается минерал тория и редкоземельных элементов—монацит. Руда, добываемая в настоящее время в районе Блайнд Ривер, содержит одну часть тория на две части урана; в связи с этим возникает проблема извлечения и использования тория [3].

В районе Блайнд Ривер в настоящее время находятся в эксплуатации четыре перерабатывающих

завода общей производительностью 10 500 *т/сутки*. Завод Пропто производительностью 1500 *т/сутки* начал действовать уже в августе 1956 г. Завод Денисон является самым крупным—общая производительность 6 тыс. *т/сутки*; первая очередь его на 3 тыс. *т/сутки* вступила в эксплуатацию в 1957 г. Кроме того, строятся еще восемь заводов (включая и вторую очередь завода Денисон) общей производительностью 23 800 *т/сутки*. С окончанием строительства, которое ожидается к концу 1958 г., в районе Блайнд Ривер будет действовать 12 заводов суточной производительностью 34 300 *т/сутки*; содержание урана в перерабатываемой руде колеблется от 0,068 до 0,085% [1], [4].

В районе Банкрофт урановое оруденение, открытое в 1952 г., приурочено к дайкам пегматитов, залегающих среди гнейсов. В отличие от обычных эти пегматиты содержат в значительных количествах флюорит и кальцит; содержание урана в виде уранинита и ураноторита колеблется от 0,07 до 0,11%. Сведений о запасах этих руд нет, но, судя по большому масштабу строительства, они, по-видимому, значительные. В 1957 г. в этом районе действовали два завода по переработке урановых руд производительностью 1750 *т/сутки*; кроме того, строятся еще три завода на 2350 *т/сутки* [1], [4].

В Британской Колумбии пока известно одно небольшое месторождение урановых руд Рекспар, в котором урановая смолка и урансодержащий торит образуют линзовидные тела в слюдястых сланцах. На этом месторождении строится завод производительностью 750 *т/сутки*; содержание урана в руде составляет 0,07% [1], [4].

К концу 1957 г. в Канаде действовало 11 заводов по переработке урановых руд общей производительностью 16 750 *т/сутки*. В строительстве находятся 12 заводов общей производительностью 26 900 *т/сутки*. В 1956 г. в Канаде произведено 2800 т урана в химконцентратах [5], в 1957 г. ожидается 4200 т урана, а с окончанием строительства новых заводов к концу 1959 г. будет производиться 12—13 тыс. т урана в химконцентратах [6]. Этот уровень производства обеспечивается известными запасами примерно на 20 лет. Общие запасы оцениваются в 320 млн. т руды с содержанием 0,10%, или 320 тыс. т, урана [7], в том числе в уранопесных конгломератах Блайнд Ривер 225 млн. т руды с содержанием 0,09%, или 200 тыс. т, урана [8] и в гидротермальных и пегматитовых месторождениях 95 млн. т руды с содержанием 0,12%, или 120 тыс. т, урана.

Соединенные Штаты Америки. Основным источником урановых руд в США являются многочисленные месторождения урана в песчаниках мезозойского возраста, распространенные на плато Колорадо и в западных штатах Колорадо, Юта, Аризона, Нью-Мексико и др. Урановые руды гидротермальных месторождений имеют второстепенное значение. Потенциальным источником урана являются ураноносные лигниты штата Южная Дакота, черные морские сланцы, известные во многих штатах, фосфориты полуострова Флорида и др.; однако содержание урана в этих породах очень низкое (до 0,01—0,03%), поэтому они пока не используются для получения урана. Имеются сведения [9], что на химическом заводе в Бонни, штат Флорида, из фосфоритов, содержащих 0,01—0,02% урана, этот металл извле-

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

кается в качестве попутного компонента. Проводятся исследования по извлечению урана из лигнитов.

Гидротермальные месторождения урановых руд имеются во многих местах западных штатов. Наиболее существенными из них являются месторождения Мэрисвелл в штате Юта, группа месторождений в Передовом хребте Колорадо и в районе Боулдер в штате Монтана. Добыча гидротермальных руд в этих районах производится в небольшом объеме.

Плато Колорадо является старейшим центром урановой промышленности США, где урановые руды известны с 1898 г. Усиленные геологические исследования и развитие добычи и переработки урановых руд на плато проводятся с 1948 г., когда Комиссия по атомной энергии США объявила свою программу закупок руды. В настоящее время на плато Колорадо выявлены многочисленные месторождения урановых руд, в том числе и ряд крупных, на базе которых построены и действуют сотни рудников.

Большинство урановых месторождений плато Колорадо приурочено к песчаникам формаций Шайнарамп и Чинл триасового возраста и формации Моррисон юрского возраста. По содержанию металлов различаются ванадиево-урановые, медно-урановые и собственно урановые руды. С поверхности они обычно окислены и представлены вторичными минералами—карнотитом и отчасти тьямунитом; с глубиной вторичные руды сменяются первичными; в которых уран находится в виде урановой смолки и коффинита; в медно-урановых рудах, кроме того, содержатся сульфиды меди и других металлов. Содержание урана в рудах, добываемых на плато Колорадо, колеблется от 0,085 до 0,42%.

Урановые месторождения плато Колорадо группируются в четыре крупных района: Ураван в штате Колорадо, Биг Индиен и Уайт Каньон-Монумент Велли в штате Юта и Амброзия Лейк в штате Нью-Мексико.

В районе Ураван известно большое количество мелких по запасам месторождений. Многочисленные рудники этого района добывают ежедневно 1700 т руды, но самые крупные из них дают не более 70 т руды в сутки.

В районе Биг Индиен в 1952 г. было открыто крупное урано-ванадиевое месторождение Ми-Вида. В настоящее время этот район ежедневно дает около 2 тыс. т руды; самые крупные рудники добывают 300—600 т руды в день. Район Уайт Каньон-Монумент Велли характеризуется многочисленными мелкими месторождениями. Район Амброзия Лейк, урановые руды в котором открыты в 1955 г., является крупнейшим в США по запасам урана, которые оцениваются в 47 млн. т руды с содержанием 0,25%, или 120 тыс. т, урана [10]. Урановые руды приурочены к горизонту асфальтодержащих песчаников формации Моррисон (юра); глубина залегания колеблется от 100 до 400 м, мощность рудных тел 0,3—30 м. В районе Амброзия Лейк планируется добыча около 8 тыс. т руды ежедневно; отдельные рудники будут добывать 500—1000 т руды в сутки. Эти рудники находятся в стадии подготовки [11].

Общие запасы США составляют 67 млн. т руды со средним содержанием 0,23%, или 150 тыс. т, урана [4], причем 80% составляют руды района Амброзия Лейк.

Добыча и переработка урановых руд в США достигли значительного прогресса. Если в 1948 г. было добыто и переработано 70 тыс. т руды, то в 1956 г.—3 млн. т. В 1956 г. произведено 5100 т урана в химконcentратах, а в 1957 г., по заявлению руководителя сырьевого отдела КАЭ Джонсона, оно достигло 8500 т [11].

В США к ноябрю 1957 г. действовало 14 перерабатывающих заводов общей производительностью 10 тыс. т/сутки, в том числе крупный завод Анаконда в штате Нью-Мексико производительностью 3 тыс. т/сутки. В строительстве находятся девять новых заводов общей производительностью 8825 т/сутки, в том числе крупный завод Кермак в штате Нью-Мексико производительностью 3300 т/сутки. По заявлению Джонсона [4], с окончанием строительства этих заводов к концу 1959 г. США будут производить около 13 тыс. т урана в химконcentратах. Имеющиеся запасы урановых руд обеспечивают этот уровень производства примерно на 10-летний период.

Южно-Африканский Союз в самое последнее время выдвинулся в число крупнейших производителей урана в капиталистическом мире благодаря открытию этого металла в знаменитых золотосных конгломератах Южного Трансвааля и Оранжевой Республики. Урановое оруденение приурочено к пластам золотосных конгломератов и находится в виде уранинита и тухолита. Золотосные конгломераты состоят из галек кварца, кварцита и кремнистого сланца, сцементированных кремнисто-песчаным цементом. Урановые минералы рассеяны в цементе. Они присутствуют во всех конгломератах, но содержание урана не всегда пропорционально содержанию золота. Некоторые пласты, богатые золотом, являются относительно бедными ураном, другие пласты, непромышленные по содержанию золота, пригодны для извлечения урана и золота. Содержание урана в добываемых рудах колеблется от 0,008 до 0,10%.

Общие запасы урановых руд, по данным печати, оцениваются в 1,1 млрд. т со средним содержанием урана около 0,03%, или 300 тыс. т [12]. Уран извлекается из хвостов после переработки руды для получения золота. Так как расходы на добычу и измельчение руды входят в стоимость золота, то извлечение урана из хвостов, даже при очень малых содержаниях его, является рентабельным. В 1952 г. был введен в эксплуатацию первый урановый завод, а в настоящее время действуют уже 17 заводов суммарной производительностью 62 тыс. т/сутки, которые перерабатывают хвосты, поступающие с 29 рудников. В 1956 г. в Южно-Африканском Союзе произведено 3740 т урана в химконcentратах [11], а в 1957 г.—4200 т [13]. К концу 1959 г. производство урана в химконcentратах достигнет 5100 т [11]; этот уровень производства обеспечивается известными запасами на ~50 лет.

Урановые концентраты из Южно-Африканского Союза направляются в Англию и США, причем Англия получает  $\frac{1}{3}$ , а США  $\frac{2}{3}$  продукции в соответствии с их долевым участием в капиталовложениях [14].

Бельгийское Конго. Известное урановое месторождение Шинколобве, эксплуатация которого началась в 1923 г., находится в знаменитом меднорудном поясе Катанга—Северная Родезия, который



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

является крупнейшим в капиталистических странах поставщиком кобальта и одним из наиболее значительных поставщиков меди. Месторождение урана относится к гидротермальному типу; урановые минералы образуют неправильные жилы богатой руды и рассеянную вкрапленность в боковых породах. Уран находится в виде кристаллического уранинита, вместе с которым встречаются сульфиды никеля и кобальта и незначительная примесь сульфидов меди.

Месторождение Шинколобве в течение долгого времени было крупнейшим источником богатых урановых руд. Однако интенсивная отработка его привела к значительному истощению запасов. По данным Деррика и Васа [15], сообщенным на Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии в 1955 г., месторождение очень детально разведано подземными горными выработками до глубины 255 м. Для разведки больших глубин пробурены скважины. Как показали эти работы, богатые жильные руды с глубиной кончились и на горизонте 255 м выработками встречено только бедное вкрапленное оруденение. Бельгийское Конго в настоящее время добывает около 850 т урана в год [16]. Поиски новых участков проводятся в восточном направлении, где ожидается найти смещенную часть месторождения.

В последнее время промышленные урановые руды установлены в пределах меднорудного пояса в Северной Родезии, где уран содержится в сланцах, не имеющих медного оруденения. На базе этого месторождения построен рудник; в марте 1957 г. вступил в эксплуатацию урановый завод в Миндоле, близ Китвы. В 1957 г. в Северной Родезии добыто 370 т урана [17]; в 1958—1959 гг. предполагается получать ежегодно по 420 т урана [18].

**Австралия.** Известные промышленные месторождения Австралии относятся к гидротермальному типу и располагаются вдоль краевой части докембрийского щита в трех штатах: Южная Австралия—месторождение Радум Хилл, Квинсленд—месторождение Маунт Айза и Северная территория—месторождение Рам Джангл. Добыча и переработка урановых руд начались в 1952 г. в Радум Хилле; в 1954 г. вступили в эксплуатацию рудники и завод в Рам Джангле; в настоящее время строится предприятие по добыче и переработке урановых руд в Маунт Айза.

В месторождении Радум Хилл урановые руды образуют серию крутопадающих жил в кристаллических сланцах и гнейсах. В отличие от других месторождений урана главным урановым минералом в Радум Хилле является давидит—сложный титанат железа, содержащий 6,8—7,8% урана и около 8,3% редкоземельных элементов.

Урановые месторождения Рам Джангл располагаются на крыле куполовидной структуры в докембрийских осадочных породах; урановое оруденение приурочено к слоям углистых сланцев в непосредственной близости от крупного сброса. Выявлены две группы месторождений ураново-медных и урановых руд. В первой группе урановая смола вместе с халькопиритом образует мелкую вкрапленность и прожилки в сланцах; во второй—медь содержится в незначительных количествах.

В районе Маунт Айза обнаружено несколько урановых месторождений, наиболее крупным из

которых является Мэри Кетлин. Урановые руды образуют ряд крутопадающих зон значительной протяженности, в которых главным рудным минералом является урановая смола в ассоциации с карбонатом.

О размерах запасов, добычи и переработки урановых руд в Австралии в печати имеются очень скудные сведения. Указывается, что известные месторождения являются крупными по размерам, но характеризуются невысоким содержанием урана в руде. Урановые руды Радум Хилл обогащаются в тяжелых жидкостях с флотацией на обогатительной фабрике, расположенной на месторождении; химическая переработка концентратов производится на заводе в Порт Пире, в 320 км от месторождения. Завод производит 170 т урана в химконцентратах [19]. В 1957 г. завод в Рам Джангл выпустил 210 т урана в химконцентратах [27]. После пуска в 1958 г. завода Мэри Кетлин производительностью 1 тыс. т/сутки [28] Австралия будет производить ежегодно 850 т урана [16]. Вся продукция урановых предприятий отправляется в США и Англию.

**Франция.** Урановые месторождения в метрополии расположены в пределах Центрального французского массива: в департаментах Верхняя Вьенна (Крузиль), Сена и Луара (Грюри), Пюи-де-Дом (Ланго) и Вандея. Урановые руды относятся к гидротермальному типу и представлены жилами урановой смолки, залегающими в гранитах или кристаллических сланцах. Разведанные запасы урана в месторождениях Франции составляют 10 тыс. т; перспективные запасы оцениваются в 50—100 тыс. т.

Переработка урановых руд производится на заводе в департаменте Сена и Луара производительностью 50 тыс. т руды в год; содержание урана в перерабатываемой руде колеблется от 0,10 до 0,8%. В 1957 г. завод выпустил 380 т урана в концентратах. Строится два новых завода в департаментах Верхняя Вьенна и Вандея общей производительностью 500 тыс. т руды в год. В 1958 г. планируется произвести 500 т урана в химконцентратах; намечается дальнейший рост производства: в 1961 г.—1 тыс. т, в 1970 г.—2500 т и в 1975 г.—3 тыс. т урана в концентратах. Всю продукцию урана Франция использует для удовлетворения собственных нужд [20].

**Другие страны.** Добыча урановых руд в некоторых других странах производится в незначительных количествах.

Урановый завод в Кварторпе (Швеция), построенный в 1953 г., производит 5 т урана в год из битуминозных сланцев; запасы урана в сланцах, содержащих 0,02—0,03%, оцениваются свыше 1 млн. т. В 1962 г. намечено построить второй завод производительностью 100 т урана в год, что позволит удовлетворить потребность страны в уране до 1965 г.

В Западной Германии имеется несколько небольших урановых месторождений в Баварии, Гессе и других районах; во второй половине 1958 г. намечается получить 10 т урана; к 1960 г. Западная Германия сможет производить 50 т урана.

В Португалии предусмотрено строительство полупромышленного завода для производства 15 т металлического урана в год.

В Италии в месторождениях Приморских Альп насчитывается 6000 т урана в руде с содержанием 0,20%; на базе этих руд построен опытный завод

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

для производства металлического урана в количестве около 5 т в год [21].

В Индии крупными источниками урана являются монацитовые пески Траванкора, в которых запасы урана оцениваются в 6—7 тыс. т; аналогичные руды недавно открыты в Бихаре в северо-восточной Индии, запасы урана в них определяются в 10 тыс. т [22]. Значительным источником урана являются также медистые сланцы Бихара (месторождение Сингбхум), содержащие 0,03—0,10% урана, запасы урана в них составляют 3—4 тыс. т [23]. На заводе в Бомбее в настоящее время производится 100 т металлического урана в год из монацитовых песков и 25 т урана в год извлекается из хвостов медных руд [24].

В Аргентине разрабатывается восемь урановых месторождений; добытая руда перерабатывается на заводе в Кордобе [25].

Общее производство урана в капиталистических странах на основании приведенных выше данных можно представить в виде следующей таблицы:

Название стран	Уровень производства, т		
	1956 г.	1957 г.	конец 1959 г.
Соединенные Штаты Америки . . .	5 400	8 500	13 000
Канада . . . . .	2 800	4 200	13 000
Южно-Африканский Союз . . . .	3 740	4 200	5 400
Бельгийское Конго . .	850	850	850
Северная Родезия . .	—	370	420
Австралия . . . . .	400	400	850
Франция . . . . .	300	380	1 000
Другие страны . . .	210	200	280
Всего . . . . .	13 400	19 400	34 500

Согласно заявлению представителя КАЭ США В. Либби [26], уран в капиталистических странах используется главным образом в военных целях; размер потребности в уране для этой цели остается неизвестным. Потребность урана в США для мирных целей (энергетика) на ближайшие 10—20 лет В. Либби оценивает в 17 000—25 500 т/год.

Для выполнения программы строительства 19 атомных электростанций Англии потребуется

7—10 тыс. т естественного урана [14]. Общую потребность капиталистического мира в уране для мирных целей В. Либби определяет в 34—85 тыс. т урана в год. Перспектива такого большого роста потребления урана, несомненно, будет стимулировать дальнейшее развитие разведки, добычи и переработки урановых руд.

Н. Зонтов

## ЛИТЕРАТУРА

1. F. R. Joubin. S. A. Min. Eng. J. 68, ч. 1, № 3346, 561 (1957).
2. F. R. Joubin. Can. Min. J. 78, № 4, 88 (1957).
3. Appl. Atomics, № 89, 13 (1957).
4. A. H. Lang. Mines Mag. XLVII, № 10, 52 (1957).
5. Min. J. Ann. Rev., 51 (1957).
6. Min. J. 248, Suppl., 1 (1957).
7. P. Kihss. New-York. Times, 29 october 1957.
8. B. F. Rummerfield. Mines Mag. XLVII, № 10, 73 (1957).
9. Rock Production, 59, № 6 (1956).
10. R. T. Zitting. Nines Mag. XLVII, № 3, 53 (1957).
11. J. C. Johnson. Mines Mag. XLVII, № 11, 23 (1957).
12. Atom Industry, 4, № 5, 2 (1957).
13. Rhodesian Min. J. 29, № 361, 167 (1957).
14. Min. Ind. Rev. 101, № 3, 15 (1957).
15. Ж. Ж. Деррикс, Ж. Ф. Вазс. Геология атомных сырьевых материалов (Доклады иностранных ученых на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии). Госгеолтехиздат, 1956, стр. 323.
16. Min. J. 248, 487 (1957).
17. Rhodesian Min. J. 29, № 360, 143 (1957).
18. Min. Ind. Rev. 101, № 4, 19 (1957).
19. Min. J. 249, 44 (1957).
20. M. G. Guille. Atomics Nucl. Energy, 8, № 2, 51 (1957).
21. L'industrie devant l'énergie nuclear, Paris, 1957, pp. 237—247.
22. P. R. Rajagopalan. Indian Min. J. 1, № 4, 11 (1957).
23. Indian Min. J. III, № 3, 24 (1957).
24. New Scientist, 2, № 43, 32 (1957).
25. Appl. Atomics, № 105, 7 (1957).
26. W. F. Libby. Min. Ind. Rev. 101, № 5, 18 (1957).
27. S. A. Min. Eng. J. 69, ч. 1, № 3388, 99 (1958).
28. Atom. Industry, 6, № 2, 15 (1958).

## Совещание по применению радиоактивных изотопов в аналитической химии

2—4 декабря 1957 г. в Москве проходило Совещание по применению радиоактивных изотопов в аналитической химии, созданное отделением химических наук АН СССР и Комиссией по аналитической химии при Институте геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского. На совещании присутствовало около 450 участников из различных научно-исследовательских институтов, вузов

и промышленных предприятий страны, а также свыше тридцати ученых из Англии, Болгарии, ГНР, Польши, Румынии, США и Чехословакии.

Совещание ставило своей целью отразить ведущиеся в СССР работы по использованию радиоактивных изотопов для развития новых методов анализа, основанных на радиоактивности, разработки теоретических основ аналитической химии,



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

усовершенствования и проверки методов выделения и разделения элементов, определения физико-химических величин, имеющих аналитическое значение. На совещание было представлено около 50 сообщений, из них 26 докладывались на заседаниях, остальные были опубликованы в виде тезисов. Все представленные на совещание сообщения будут опубликованы в подготавливаемом к печати сборнике «Применение радиоактивных изотопов в аналитической химии».

**Методы анализа, основанные на радиоактивности.** Ряд докладов был посвящен методу изотопного разбавления, нашедшему широкое применение в современной аналитической практике. Основным достоинством этого метода является возможность производить количественное определение элементов при неполном их выделении. Новый вариант метода, позволяющий определять ничтожные количества примесей, — так называемый метод многократного радиоактивного разбавления — был предложен И. Е. Зимаковым и Г. С. Рожавским (Гинцветмет). Новая методика дает возможность обходиться без измерения удельной активности препаратов, что существенно упрощает анализ. В докладе И. П. Алимариной и Г. Н. Вилимович (ГЕОХИ) сообщалось о разработанных авторами методах отделения тантала от титана, циркония и ниобия и определения тантала с помощью метода изотопного разбавления. Осаждение тантала производилось новым органическим реактивом — бензолселениновокислым аммонием. В ряде сообщений приводились и другие примеры использования метода изотопного разбавления.

Радиометрическому титрованию — новому методу объемного анализа, в котором точка эквивалентности определяется путем измерения активности раствора, были посвящены два доклада. К. Б. Яцимирский и Е. Н. Рослякова (Ивановский химико-технологический институт) сообщили о применении растворов комплексных соединений (лутеосолей)  $\text{Co}^{60}$  для определения методом радиометрического титрования крупных анионов — фосфата, сульфата и молибдата. И. М. Коренман и Ф. Р. Шеянова (Горьковский государственный университет) указали на возможность широкого использования не изотопных индикаторов в радиометрическом титровании и в других областях аналитической химии. Например, определение ртути в ее смеси с цинком может быть осуществлено путем титрования дитионом с использованием  $\text{Zn}^{65}$ , который является для ртути неизотопным индикатором.

А. И. Кулак (Московский химико-технологический институт имени Д. И. Менделеева) выступил на совещании с докладом об определении микропримесей ( $10^{-6}$ — $10^{-9}\%$ ) кобальта, меди, теллура, мышьяка и сурьмы в окиси железа методом радиоактивного анализа.

В Советском Союзе успешно развивается новый экспрессный метод анализа, основанный на отражении (обратном рассеянии)  $\beta$ -лучей (работы А. А. Жуковичного и др.). В. Б. Гайдадымов (ГЕОХИ), выступивший от своего имени и от имени Л. И. Ильиной (Московский электроламповый завод), рассказывал об определении при помощи этого метода состава бинарных тантало-ниобиевых сплавов.

**Методы выделения и разделения элементов.** Этим вопросам было посвящено значительное число докладов и выступлений на дискуссии.

Радиоактивные изотопы широко используются при хроматографическом разделении элементов как индикаторы, позволяющие наблюдать за ходом опыта и изучать распределение вещества между раствором и сорбентом. Кроме того, как отметил в своем докладе М. М. Сенявин (ГЕОХИ), в хроматографии имеются задачи, решение которых принципиально невозможно без применения радиоактивных изотопов, например исследование разделения предельно малых количеств веществ, количественный анализ с изотопным разбавлением и др. Е. И. Ильенко, Б. П. Никольский и А. М. Трофимов (РИАН) привели результаты изучения поглощения рутения на ионообменных смолах, Л. В. Борисова (ГЕОХИ) — данные по исследованию распределения рения и молибдена между анионитом ЭДЭ-10 и растворами соляной кислоты.

Известно, что при хроматографическом разделении редкоземельных элементов большое значение имеет выбор комплексобразующего вещества, раствор которого служит для вымывания ионов с колонки. Представленное на совещание сообщение А. К. Лаврухиной, К. Юп-Пина и В. Кноблоха (ГЕОХИ) было посвящено новому комплексобразующему веществу — триоксиглутаровой кислоте, которая, как оказалось, не уступает по эффективности разделения ныне применяемой молочной кислоте.

Одно из заседаний было целиком посвящено применению радиоактивных изотопов при изучении выделения элементов методами соосаждения. Новым направлением в этой области является использование органических соосаждителей для извлечения ничтожно малых количеств веществ. В. И. Кузнецов и Т. Г. Акимова (ГЕОХИ) показали в своем докладе, что уран может быть полностью выделен из морской воды соосаждением роданидного комплекса уранила с осадком роданида крупного органического катиона — метилвиолета.

Пять представленных на совещание сообщений, часть из которых была доложена, были связаны с вопросами соосаждения на неорганических коллекторах. Следует упомянуть доклады Ю. В. Морачевского и А. И. Новикова (Ленинградский государственный университет) «Соосаждение некоторых элементов\*» при малой их концентрации с гидроксидными металлами, И. Е. Старика, Ф. Е. Старика и А. Н. Аполлоновой (РИАН) «Карбонатный метод отделения микроколичеств урана от весомых количеств железа».

А. К. Лаврухина (ГЕОХИ) рассмотрела особенности поведения ничтожных концентраций радиоактивных изотопов в растворах и экспериментальные трудности, связанные с потерей элементов за счет адсорбции на фильтрах и стекле, образования радиоколлоидов и т. п. В. П. Шведов и Л. М. Иванова (РИАН) описали методы выделения изотопов  $\text{Mo}^{99}$ ,  $\text{Ag}^{111}$ ,  $\text{Cd}^{115}$  и  $\text{Ba}^{140}$  из сложных смесей.

**Некоторые общие вопросы аналитической химии.** Несомненный интерес представляет применение радиоактивных изотопов для определения ряда физико-химических величин, имеющих аналитическое значение, — растворимости, констант нестойкости комплексных соединений и др.

Исследованию влияния природы растворителя на растворимость хлоридов серебра и цезия был

\*) Стронция, лантана, церия, иттрия, рения, галлия, индия, циркония. (Прим. авт.)

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

посвящен доклад Н. И. Измайлова и В. С. Черного (Харьковский государственный университет). Авторы связывают величину растворимости с диэлектрической постоянной растворителя. Д. М. Зив и И. А. Эфрос (РИАН) представили на совещание сообщение, интересное в методическом отношении; они предложили методику определения растворимости ультрамикрометодом.

В этой же связи можно отметить сообщение Н. П. Комаря (Харьковский государственный университет) о применении радиохимических измерений в сочетании с определением молярного коэффициента поглощения для изучения комплексных ионов в двухфазных системах.

На совещании выступил И. М. Кольтофф (Университет штата Миннесота, США). При помощи радиоактивных изотопов автором были получены новые данные, характеризующие процесс старения и совершенствования кристаллических осадков.

Применение радиоактивных изотопов в качестве индикаторов позволяет производить комплекс-

ные исследования аналитических свойств элементов. В докладе А. К. Лаврухиной и С. С. Родина (ГЕОХИ) приводились результаты некоторых опытов по исследованию поведения элемента 87 (Франция) при соосаждении с различными носителями, экстракции растворителями и т. д. И. М. Ирвинг (Оксфордский университет, Англия) сделал сообщение об изучении при помощи радиоактивных изотопов аналитических свойств иодия.

На совещание было представлено значительное количество докладов об использовании радиоактивных изотопов для контроля производства, например производства редких металлов (А. А. Гризик и Н. И. Марунина, Гиредмет).

Как отметил в своем заключительном слове председатель оргкомитета академик А. П. Виноградов, совещание убедительно показало, что радиоактивные изотопы широко и по многим направлениям используются советскими химиками-аналитиками.

Ю. А. Золотов.

## Краткие сообщения

♦ СССР. В Дубне (Московская область) закончилось совещание по ядерным реакциям под действием многозарядных ионов. В нем приняли участие более 100 ученых из 10 государств-членов Объединенного института ядерных исследований. Совещание подвело итоги работам в указанной области, выполненным в СССР и за границей, и обсудило план работы недавно созданной Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований. Намечены пути координации работы этой лаборатории с исследованиями, проводимыми в научных учреждениях государств-членов Объединенного института.

♦ СССР. В Научно-исследовательском институте шинной промышленности совместно с Научно-исследовательским физико-химическим институтом им. Карпова проведена радиационная вулканизация трех моделей покрышек для грузовых автомобилей. Материалом автопокрышек служили сажевые смеси на основе натурального каучука и корда капрон. Вулканизация моделей автопокрышек проводилась на установке для радиационно-химических исследований с источником излучения  $\text{Co}^{60}$  активностью 21 000 г-эка радия и в  $\gamma$ -поле экспериментального атомного реактора.

По сравнению с лучшими серными резинами, содержащими такое же количество наполнителей, радиационные вулканизаты обладают в 4—5 раз большим сопротивлением старению (при температуре 130° С), малыми остаточными деформациями, низким гистерезисом, высокой выносливостью в процессе многократных деформаций и высокой термоустойчивостью.

♦ Австралия. В Сиднее со 2 по 6 июня 1958 г. будет проходить конференция по мирному использованию атомной энергии применительно к условиям Австралии. На секциях конференции будут рассмотрены следующие вопросы: реакторные материалы, энергетика, вспомогательное энергетическое оборудование, химическая обработка и экономика

ядерной энергетики, теоретические исследования, получение радиоизотопов, приборы и техника безопасности.

♦ Австралия. Крупные скопления урановой смолки были открыты в заброшенном медном руднике в Юднамутане в 16 км от уранового месторождения Маунт-Пейнтер.

♦ Англия. В марте 1958 г. доведен до критического состояния третий реактор атомной электростанции в Колдер-Холле.

♦ Греция. Важные месторождения урановых и ториевых руд были открыты в западной Фраде (Thrace). Месторождения, содержащие урановую смолку, открыты близ деревень Котили и Димарион, южнее болгарской границы; другие месторождения были открыты у деревни Кирки, в районе р. Еврос.

♦ Италия. В Риме 16—30 июня 1958 г. состоится Интернациональная выставка и Конгресс по электронике и атомной энергии.

♦ Канада. В новом урановом районе на полуострове Лабрадор в районе Макковин разведочным бурением выявлено рудное тело, протраченное в длину на 210 м, мощностью 1,5 м со средним содержанием  $\text{U}_3\text{O}_8$  0,9%.

♦ США. Из фазотрона на 450 Мэв (Институт ядерных исследований Э. Ферми Чикагского университета) пучок протонов выведен во вновь сооруженный измерительный зал. Ускоритель будет использован для физических и биологических исследований.

♦ США. Окриджский 86-дюймовый протонный циклотрон (энергия 26 Мэв) с вертикально расположенными дуантами модифицируется для получения отклоненного пучка.

♦ США. В США выпускается ниобий ядерной чистоты по цене за фунт (в долларах): диски — 55—70, сегменты — 60—75 и необработанные слитки (диаметром 100 мм и весом 27 кг)—65—80.

---

 НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ
 

---

♦ США. В свое время КАЭ установила цены за извлечение азотнокислых солей урана и плутония из отработанного горючего частновладельческих реакторов. Недавно дополнительно объявлена стоимость переработки этих солей в шестифторид урана и металлический плутоний. Доплата составляет: 1) за перевод чистого азотнокислого уранила (содержащего до 5%  $U^{235}$ ) в шестифторид — 5,6 долл. за 1 кг урана; при содержании больше 5%  $U^{235}$  — 32 долл. за 1 кг урана; 2) за переработку чистого азотнокислого плутония в металлический плутоний — 1,5 долл. за 1 г плутония.

♦ США. Фирма «Радиум Корпорейшн» (Морристаун, шт. Нью-Джерси) выпустила новые сигнальные лампы (цена 35—75 долл.), в которых свет возбуждается действием  $\beta$ -лучей  $Kr^{85}$  (энергия 0,74 Мэв, период полураспада 9,4 года) на специальный фосфор. Свет от лампы виден на расстоянии 450 м; в 3 м от источника можно читать.

♦ Финляндия. Урановые месторождения открыты в северной части Карелии. Поисковые и разведочные работы продолжаются.

♦ ФРГ. Близ Юлиха (земля Северный Рейн—Вестфалия) началось строительство атомного исследовательского центра — самого крупного атомного центра в ФРГ. Для этого центра Англия поставит

исследовательский реактор типа реактора MERLIN мощностью 5 тыс. кВт и чертежи реактора DIDO мощностью 10 тыс. кВт.

В центре будут созданы институты медицины, биологии, сельского хозяйства, радиохимии, реакторостроения, реакторных материалов, ядерного синтеза, авиационных двигателей и плутониевый институт.

Центру будут переданы установка для разделения изотопов и реактор с расширенным воспроизводством.

♦ Франция. Во Франции решено строить завод по разделению изотопов урана методом газовой диффузии производительностью 1500 кг  $U^{235}$  в год. Стоимость завода 55 млрд. франков, общая площадь 170 га. Завод будет построен вблизи источника электроэнергии. Разработка процесса велась 3 года, и в Сакле установлена экспериментальная цепочка из 12 ступеней. Результаты исследований будут подробно доложены на Второй Международной конференции по мирному использованию атомной энергии.

♦ Франция. Введение в строй реактора EL-3 (в Сакле) позволило Франции не только избавиться от импорта радиоактивных изотопов  $Co^{60}$  и  $C^{14}$ , но и начать экспорт радиоактивных изотопов в другие страны и, в частности, в Англию.

# БИБЛИОГРАФИЯ

## Полезный сборник переводов

В СССР в исследования и работы по использованию атомной энергии вовлекается все большее и большее число людей, и ознакомление их с инженерным решением этих вопросов за рубежом необходимо. Поэтому с сентября 1957 г. в Советском Союзе издается ежемесячный сборник переводов «Атомная техника за рубежом».

Содержание сборника составляют переводы статей, а также обзоры и рефераты из иностранных научных и технических журналов в основном по вопросам реакторостроения, защиты от излучений, производства и переработки ядерного горючего, материаловедения, оборудования ядерных реакторов и лабораторий, производства и использования радиоактивных изотопов, ускорительной техники. Молодому сборнику удалось избежать периода становления и выработки профиля, он сразу приобрел свое лицо: отбираемые для публикации материалы имеют последовательно практическую направленность, помещаемые в сборнике статьи всегда носят инженерный характер.

Основное внимание уделяется реакторостроению. В сборнике публикуются переводы обзорных статей и статей, описывающих отдельные ядерные реакторы.

Примером могут служить помещенные в сборнике статьи: «Проектирование и строительство реактора для инженерных испытаний» (№ 2, 34, 1957 г.); «Английский исследовательский реактор MERLIN» (№ 4, 27, 1957 г.); «Исследовательский реактор Аргонавт» (№ 4, 3, 1958 г.). Наряду с этим помещены статьи, описывающие некоторые построенные или проектируемые энергетические реакторы: «Экспериментальная атомная электростанция с кипящим реактором EBWR» (№ 1, 11, 1957 г.), «Демонстрационные ядерные энергетические установки США» (№ 2, 13, 1957 г.), «Английская атомная электростанция в Инкли-Поинте» (№ 4, 72, 1957 г.).

Безусловно, целесообразна публикация чертежей узлов и отдельных элементов конструкций зарубежных установок, как это сделано, например, в статье «Атомные газотурбинные силовые установки замкнутого цикла для торговых судов» (№ 1, 31, 1957 г.) и некоторых других.

Немало места занимают переводы по вопросам, связанным с реакторостроением: производство и переработка ядерного горючего, технология реакторных материалов, оборудование ядерных реакторов и т. д. К таким статьям относятся, например, следующие: «Производство металлического урана во Франции» (№ 1, 42, 1957 г.); «Регенерация урана на Ок-

риджском газодиффузионном заводе» (№ 2, 45, 1957 г.); «Насосы для ядерных энергетических установок» (№ 4, 72, 1957 г.).

В сборнике помещаются материалы по оборудованию горячих лабораторий, применению радиоактивных изотопов, дозиметрической аппаратуре, удалению радиоактивных отходов, радиационным нарушениям в материалах, разделению изотопов и ряду других вопросов. Таковы, например, статьи: «Дистанционное управление операциями, проводимыми в горячих камерах» (№ 1, 55, 1957 г.); «Применение радиоактивных изотопов для промышленных исследований и для контроля производственных процессов» (№ 2, 57, 1957 г.); «Сцинтилляционный альфа-дозиметр для определения степени загрязнения рук и одежды» (№ 3, 54, 1957 г.); «Удаление радиоактивных отходов в Хенфорде» (№ 4, 61, 1957 г.); «Металлографические исследования выделяющихся металлов, подвергнутых нейтронному облучению» (№ 1, 40, 1958 г.); «Магнитно-ионный экспандер—новая установка для разделения изотопов» (№ 1, 64, 1957 г.).

Публикуются материалы по ускорительной технике. Например, статья «Некоторые инженерные вопросы проектирования синхрофазотрона Европейской организации по ядерным исследованиям» (№ 3, 45, 1957 г.).

Помещаются переводы обзорных статей о состоянии работ по атомной энергии в различных странах. Таковы статьи: «Состояние работ в области атомной энергии в США» (№ 1, 5, 1957 г.); «Работы в области реакторостроения в Англии» (№ 2, 3, 1957 г.); «Состояние работ в области атомной энергии во Франции» (№ 3, 3, 1957 г.).

Редакция сборника поступает правильно, широко освещая состояние работ за рубежом в области проблемных вопросов по атомной энергии, к числу которых в первую очередь относятся проблемы осуществления контролируемой термоядерной реакции. Примером могут служить статьи: «Работы в области управляемых термоядерных реакций в Англии и США» (№ 1, 74, 1957 г.); «Пинч-эффект» (№ 1, 51, 1958 г.); «Плазменный реактор деления для непосредственного получения электрической энергии» (№ 4, 3, 1957 г.); «Процесс каталитического синтеза ядер при помощи  $\mu$ -мезонов» (№ 2, 67, 1957 г.); «Проблемы проектирования планеров атомных самолетов» (№ 3, 58, 1957 г.).

Наконец, следует отметить статьи, рефераты и краткие сообщения хроникального характера. Они широко освещают события международной

## БИБЛИОГРАФИЯ

«атомной» жизни, описывают экспонаты и оборудование выставок по использованию атомной энергии за рубежом, сообщают различные новости и т. д. Правда, в отношении этого материала редакции сборника следует поставить в упрек большее, чем это необходимо, освещение военных сторон использования атомной энергии. Вряд ли можно считать оправданным помещение в каждом номере материалов по атомным подводным лодкам, военным кораблям, пушкам, испытаниям атомных бомб и т. д. В журналах, издаваемых в капиталистических

странах, эта тематика обсуждается широко, но с совершенно иных идейных позиций, и поэтому отбор таких материалов для помещения в советском журнале должен быть весьма строгим. Было бы полезно также при переводах и редактировании статей для журнала сокращать или вообще опускать некоторые длинноты в изложении и повторении канонических и общеизвестных положений. Отмеченные педочеты, однако, несколько не влияют на положительную оценку в целом. Редакция сборника делает важное и полезное дело. Ю. К.

## Список новой литературы

## Книги и сборники

**Ядерная энергия в Англии, 1957 г.** Английское Центральное бюро информации опубликовало в 1957 г. брошюру «Ядерная энергия в Англии». В ней приводятся данные о состоянии в Англии исследований в области ядерной физики в довоенный период, во время войны и непосредственно после второй мировой войны; даются сведения об учреждениях и организациях, координирующих и проводящих в Англии работы в области атомной энергии; сообщается, что в феврале 1957 г. создан Национальный институт ядерных исследований, который будет помогать университетам и другим организациям пользоваться помещениями и дорогим оборудованием; освещается программа строительства атомных электростанций.

Сообщается, что к 1967 г. потребление энергии в стране увеличится по сравнению с современным уровнем на 50%. Поскольку обычные источники энергии ограничены, осуществляется широкая программа строительства атомных электростанций.

5 марта 1957 г. правительство опубликовало пересмотренную программу, согласно которой к 1965 г. мощность атомных электростанций будет составлять 5—6 млн. *квт* (15% всей вырабатываемой электроэнергии) вместо 1,5—2 млн. *квт*, запланированных первоначально. Общие капиталовложения в осуществление этой программы, включая вспомогательное оборудование для передачи электроэнергии, предварительно определены в 3350 млн. фунтов стерлингов. Стоимость тепловыделяющих элементов из природного урана для реакторов будет зависеть от конкретных условий, однако для первых электростанций она, по-видимому, превзойдет 20 тыс. фунтов стерлингов за тонну. Для реактора с графитовым замедлителем электрической мощностью 150 тыс. *квт* потребуется около 250 *т* ядерного горючего. Это примерно эквивалентно первоначальным капитальным затратам (30 фунтов на киловатт мощности). Если считать, что коэффициент нагрузки равен 75%, то стоимость 1 *квт-ч* будет составлять примерно 0,06 пенса.

Потребности в сырье будут обеспечены на несколько лет вперед. Однако в конце 60-х годов в связи с интенсивным строительством атомных электростанций потребности в уране возрастут. Разработка более совершенных типов реакторов в 70-х годах должна увеличить мощность атомных электростанций, не увеличивая потребности в природном уране.

До сих пор поиски урана в Англии не привели к открытию залежей, разработка которых оправдалась бы с экономической точки зрения. Уран в Англию поступает из Бельгийского Конго, Южно-Африканского Союза и Австралии.

Большое внимание уделяется производству и использованию изотопов и радиоактивных материалов и, в частности, в медицине. Например, в одной больнице установлено новое оборудование для лечения рака с использованием радиоактивного цезия. Это первый случай использования для медицинских целей радиоактивных отходов реакторов в Уиндскейле. Радиоактивный цезий производится теперь в Англии в большом количестве.

В настоящее время Англия является крупным экспортером радиоактивных изотопов. Сейчас более 1000 фирм заняты производством аппаратуры, приборов оборудования и материалов, необходимых для развития атомной энергии в Англии.

Техническое сотрудничество с другими странами Англия осуществляет на основе двусторонних соглашений. Сообщается, например, что заключен контракт на строительство АЭС колдерхоллского типа с Западной Германией. Обсуждается вопрос об экспорте оборудования для атомных электростанций в Италию, Японию, Голландию.

**Данилин А. И.** Применение ядерных излучений в гидрометеорологии. Изд. Гидрометеорологическое, Л.; 1957, 69 стр., 1 р. 30 к.

В брошюре освещаются вопросы, связанные с применением радиоактивных изотопов в гидрометеорологических измерениях. Брошюра рассчитана на инженеров и техников, работающих в области метеорологии и гидрологии, интересующихся вопросами водного режима почв и грунта.

**Янишевский Ю. Д.** Активометрические приборы и методы наблюдений. Изд. Гидрометеорологическое, 1957, 413 стр., 16 р. 80 к.

Методическое пособие по измерению и регистрации радиации в атмосфере. Приводятся описание приборов, применяемых на метеорологических станциях и в экспедиционных работах. Книга рассчитана на геофизиков и метеорологов, ведущих учет радиаций, и преподавателей курса метеорологии и агрометеорологии.

**Проблемы кинетики и катализа IX.** Изотопы в катализе. Под ред. чл.-корр. АН СССР Рогинского С. З. и др. Изд. АН СССР, 1957, 443 стр., 24 р. 70 к.

В сборник IX входят доклады, прочитанные на научном совещании по изотопам в катализе (Мо-



## БИБЛИОГРАФИЯ

сква, 31/III—5/IV 1956 г.). Начинается сборник с доклада Рогинского С. З. «Изотопы в катализе». Сборник имеет следующие разделы: каталитические реакции, каталитическое окисление, каталитический крекинг углеводородов, прочие каталитические реакции, изотопный обмен, изучение катализаторов изотопными методами, изотопный эффект, физические и физико-химические методы исследования, синтезы меченых веществ.

Сборник рассчитан на специалистов в области физической, неорганической, органической и аналитической химии, научных работников и преподавателей вузов.

Шатенштейн А. И., Яковлева Е. А., Звягинцева Е. Н. и др. Изотопный анализ воды. Издание второе, Изд. АН СССР, 1957, 236 стр., 14 р.

В книге критически освещаются вопросы об изотопном анализе воды. Приводятся данные об изотопном составе природных вод, описываются способы очистки воды. В первой части описана принципиальная основа методов, рассмотрены условия, от которых зависит точность измерений, излагаются способы расчета результатов анализа. Вторая часть книги представляет собой практическое руководство по применению методов изотопного анализа воды (в виде подробных инструкций).

Исследования в области измерений ионизирующих излучений. Труды ВНИИМ, вып. 30(90), под ред. К. К. Аглинцева, изд. Стандартгиз, М.—Л., 1957, 148 стр., 4 р. 65 к.

В сборнике даны результаты работ радиометрической лаборатории ВНИИМ по воспроизведению, хранению и передаче значений единиц в области радиоактивности, рентгеновского и  $\gamma$ -излучений.

Канаев А. А. От водяной мельницы до атомного двигателя. Машгиз, 1957, 236 стр., 6 р. 35 к.

В книге описывается развитие энергетических установок от примитивных до современных. Половина материала книги посвящена использованию энергии атома. Кратко и схематично дается представление о строении атома и принципах выделения ядерной энергии. Основное внимание уделено описанию устройства и принципов работы энергетических ядерных реакторов. Оцениваются возможности использования атомных двигателей на судах, самолетах и локомотивах.

Книга популярная и рассчитана на широкий круг читателей.

Известия АН СССР, серия физическая, т. XXII, № 1. (1958).

В журнале помещены материалы I Всесоюзного совещания по синтезу и исследованию сцинтилляторов для регистрации ядерных излучений, состоявшегося в Москве 23—25 октября 1956 г.

В докладах обсуждаются вопросы, связанные с получением различных сцинтилляторов, исследованием их люминесцентных и сцинтилляционных свойств, разработкой новых фотоэлектронных умножителей, а также с их применением в физических исследованиях и в промышленной аппаратуре. В ряде докладов описаны методы выращивания сцинтилляционных кристаллов. Амплитудное разрешение полученных кристаллов NaJ—Tl при возбуждении  $\gamma$ -излучением  $\text{Cs}^{137}$  составляет 8—12% (при применении фотоэлектронных умножителей типов ФЭУ-С и ФЭУ-24).

Рассмотрены свойства ряда сцинтилляторов для регистрации быстрых и медленных нейтронов: кристаллов  $\text{BaF}_2$  (без активатора); LiJ, активированных Ti и Sn; сцинтилляторов, содержащих борорганические соединения; промышленных образцов детекторов тепловых и быстрых нейтронов и др.

Несколько докладов посвящено пластмассовым сцинтилляторам. В них рассматриваются методы получения сцинтилляторов на основе полистирола с хорошей прозрачностью для собственного излучения и наибольшим отношением энергетического выхода к длительности вспышки  $B_0/\tau$ . Приводятся результаты исследования механизма переноса энергии в сцинтилляторах, зависимости выхода люминесценции от температуры и повреждения пластмассовых сцинтилляторов ионизирующими излучениями.

Приводятся конструктивные и эксплуатационные параметры новых отечественных фотоэлектронных умножителей типов 1С, 1Б, 1В, 2М и 2Б. Описаны сцинтилляционные методы обнаружения  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучений и некоторые приборы, основанные на этих методах.

Краткий словарь некоторых терминов и определений по атомной энергии, атомному оружию и противоатомной защите. Составители Горелик Я. М., Добровольский М. Б. и Рубин С. Б. Изд. ДОСААФ 1958, 62 стр., 1 р.

Брошюра является первой в СССР попыткой систематизировать и дать толкование новых терминов, появившихся в связи с развитием использования атомной энергии. В словаре около 300 терминов; большинство их относится к области военного применения атомной энергии, остальные — к реакторостроению и ядерной физике.

## Журнальные статьи

Адам'ович Л. П. и Юцис Б. В. Фотометрическое определение бериллия в сплавах черных металлов. Укр. хим. журнал, т. 23, вып. 6 (1957).

Амиханов Х. И. и др. Определение абсолютного возраста осадочных минералов радиоактивными методами. ДАН СССР, т. 117, № 4 (1957).

Быховская М. С. Сравнительная оценка некоторых методов определения бериллия и его соединений применительно к анализу воздуха. Гигиена труда и профзаболевания № 6 (1957).

Варшавский Я. М. и Вайсберг С. Э. Термодинамические и кинетические особенности реакций изотопного обмена водорода. Успехи химии, т. 26, вып. 12 (1957).

Варшавский Я. М. и др. Об изотопном обмене между газобразным водородом и твердыми полимерами при действии ядерных излучений. ДАН СССР, т. 118, № 2 (1958).

Вдовенко В. М. Экстракция как метод выделения и изучения радиоактивных элементов. Ж. неорганической химии, т. 3, вып. 1 (1958).

Вдовенко В. М. и Лазарев Л. Н. Экстрагирование урана в виде анилинуранилтриацетата. Ж. неорганической химии, т. 3, вып. 1 (1958).

Вознесенский С. А. и др. Сорбция радиоактивных изотопов гидроокисью алюминия. Ж. неорганической химии, т. 3, вып. 1 (1958).

Водяницкий В. А. Допустим ли сброс отходов атомных производств в Черное море? Природа № 2 (1958).



## БИБЛИОГРАФИЯ

- Габрильян А. М. Некоторые данные о суммарном изотопном составе вод нефтяных месторождений Ферганы. Изв. АН УзССР, серия геол. № 4 (1957).
- Гольдин М. Л. Расчетный метод определения плотности плазма по поглощению  $\gamma$ -излучения. Цемент № 6 (1957).
- Гребенщикова В. И. и Воброва В. Н. Соосаждение лантана, церия и америция с сернокислым калием. Ж. неорганической химии, т. 3, вып. 1 (1958).
- Гринберг А. А. О значении комплексных соединений для радиохимии. Ж. неорганической химии, т. 3, вып. 1 (1958).
- Егизаров Г. Действие ионизирующей радиации на мясо. (Вопросы холодной стерилизации.) Мясная индустрия № 6 (1957).
- Егоров Ю. Л. Материалы к гигиенической характеристике пыли редких металлов—тантала и ниобия. Гигиена труда и профзаболевания № 6 (1957).
- Ершов Г. Прибор с радиоактивным тулем для определения степени загнивания растущих деревьев (из иностр. литературы). Лесное хозяйство № 12 (1957).
- Кирьянов А. К. Перспективы применения радиоактивных изотопов в медной промышленности. Труды и материалы (Уральский науч.-исслед. и проектный ин-т медной промышленности), вып. 2 (1957).
- Крылова Н. И. и Набиев М. Н. Исследование некоторых свойств аммиачной селитры РФМ с помощью радиоактивных изотопов. Изв. АН УзССР, серия хим. наук № 4 (1957).
- Лоусон Дж. Некоторые критерии, относящиеся к работе энергетического термоядерного реактора. Пробл. соврем. физ., Сб. перев. и обз. ин. период. лит., вып. 1 (1958).
- Малеев С. В. О поляризации медленных нейтронов при рассеянии в кристаллах. ЖЭТФ, т. 34, вып. 1 (1958).
- Протопопов А. Н., Эйсмонт В. П. Об угловой анизотропии вылета осколков при делении  $\text{Pu}^{239}$  нейтронами с энергией 14 MeV (письмо в ред.). ЖЭТФ, т. 34, вып. 1 (1958).
- Прудковская О. В. К теории диффузионных колебаний в газоразрядной плазме. ДАН СССР, т. 117, № 4 (1957).
- Ридберг Дж., Бернстрём Б. Изучение экстракции комплексных соединений металлов. Распределение некоторых актинидов и продуктов деления между метилизобутилкетон и водными растворами  $\text{HNO}_3$  и  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . Химия и хим. технол., сокр. перев. из ин. период. лит., № 1 (1958).
- Розенблат М. и Лонгмайр К. Стабильность плазмы, ограниченной магнитным полем. Проблемы современной физ., Сб. перев. и обз. ин. период. лит., вып. 1 (1958).
- Тейс Р. В. и др. Определение палеотемператур по изотопному составу кислорода органического кальция. Бюллетень Моск. о-ва испытателей природы, т. 62, отд. геол., т. 32, вып. 6 (1957).
- Турчин В. Ф. Возбуждение медленными нейтронами оптических колебаний кристалла (письмо в ред.). ЖЭТФ, т. 34, вып. 1 (1958).
- Шумиловский Н. Н. и Мельтцер Л. В. Контроль качества продукции радиоактивными методами. Стандартизация № 6 (1957).
- Эйдман В. Я. Изучение электрона, движущегося в магнитоактивной плазме. ЖЭТФ, т. 34, вып. 1 (1958).
- Ball J. G. J. Brit. Nucl. Energy Conf. 3, 1, 1 (1958). Металлургические исследования в производстве ядерной энергии.
- Beets C., Breny H. J. Nucl. Energy 6, 3, 197 (1958). Использование ядерных эмульсий для измерения плотностей тепловых нейтронов в однородных средах.
- Bernstein I. B. et al. Proc. Roy. Soc. A, 244, 17 (1958). Энергетический принцип в проблемах гидромагнитной устойчивости.
- Colli L. et al. Nuovo cimento VII, 3, 400 (1958). Дальнейшие измерения ( $n, p$ )-реакций для нейтронов с энергией 14 Mev.
- Cottrell A. H. J. Brit. Nucl. Energy Conf. 3, 1, 50 (1958). Влияние облучения нейтронами на металлы и сплавы.
- Davidge P. C., Lock C. J. L. J. Nucl. Energy 6, 3, 191 (1958). Отравление реакторов газообразными продуктами деления.
- Engineer 205, 5321, 85 (1958). Прогресс строительства в Бродуэлле.
- Engineer 205, 5321, 111 (1958). Развитие использования атомной энергии в Швеции.
- Larsson K. E. et al. J. Nucl. Energy 6, 3, 222 (1958). Измерения спектра медленных нейтронов шведского тяжеловодного реактора R1.
- McCallum G. J. J. Nucl. Energy 6, 3, 181 (1958). Полные нейтронные сечения  $\text{U}^{234}$  и  $\text{U}^{236}$ .
- McIntosh A. B., Bagley K. Q. J. Brit. Nucl. Energy Conf., 3, 1, 15 (1958). Выбор материалов для оболочек т.в.э. реакторов с охлаждением натрий-калием и углекислотой.
- Makin M. J., Minter F. J. J. Brit. Nucl. Energy Conf. 3, 1, 68 (1958). Действие нейтронного облучения на механические свойства титана и циркония.
- Makin M. J., Gillies E. J. Brit. Nucl. Energy Conf. 3, 1, 74 (1958). Действие нейтронного облучения на механические свойства молибдена и вольфрама.
- Skarsgard H. M., Kenward C. J. J. Nucl. Energy 6, 3, 212 (1958). Измерения энергетической зависимости эффективного числа вторичных нейтронов для  $\text{Pu}^{239}$  и  $\text{U}^{235}$  в интервале энергий 0,006—0,36 эв.
- Tait G. W. C. Nucleonics 16, 1, 71 (1958). Вопросы безопасности населения при эксплуатации реакторов.
- Towers K. M. Nucl. Engng 3, 23, 47 (1958). Возможные способы аккумулирования энергии и их экономичность.

# Атомная энергия

8

---

ТОМ III • АВГУСТ • 1957

**Atomnaya  
Energiya**

volume III, number 8

---

**CONTENTS**

The Lenin prize for the creation of the first atomic power station . . . . .	87
L. V. Groshev, A. M. Demidov. Nuclear multiplets in light odd-odd nuclei and their manifestation in $\gamma$ -transitions following thermal neutron capture . . . . .	91
V. M. Gorbachev, Yu. S. Zamiatnin. The intensity determination of very short pulses of fast neutrons . . . . .	101
O. A. Salnikov. Angular distribution of 2,34 Mev neutrons scattered elastically and inelastically by chromium, iron and lead . . . . .	106
M. N. Oganov, A. R. Striganov. Quantitative spectroscopic analysis of a gaseous mixture of hydrogen, deuterium and tritium . . . . .	112
I. M. Nazarov. Determination of the naturally radioactive elements using a laboratory radiometer . . . . .	121
A. V. Vinogradov, V. S. Shpinel. The phosphate-oxaquinoline separation method and the volumetric determination of zirconium . . . . .	130
A. A. Chernikov, O. V. Krutetskaya, N. I. Organova. Soda Autunite . . . . .	135
S. M. Gorodinsky, V. L. Shcherbakov. Personnel protection during repair work in contaminated areas . . . . .	141

**LETTERS TO THE EDITOR**

B. A. Zenkevich, V. I. Subbotin. The critical heat flux for burnout in water under conditions of restricted flow . .	149
G. A. Askar'an. The hydrodynamic radiation from the tracks of the ionizing particles in the stable liquids . . . .	152
A. A. Plyutto, I. F. Kvartskhava, K. N. Kervalidze. A spark source of multiply-charged ions . . . . .	153
T. V. Timofeeva. A slow neutron detector . . . . .	156
I. B. Keirim-Markus, Z. P. Lisitsyna. On the use of scintillation counter for dosimetry . . . . .	157
NEWS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY . . . . .	162
BIBLIOGRAPHY . . . . .	182

“原子能”雜誌  
第三卷第八期(1957年)  
目錄

建立第一座原子能發電站的列寧獎金 . . . . .	87
輕奇奇核的核多重綫及其在俘獲熱中子后 $\gamma$ 躍遷中的表現 . . . . .	91
快中子短促脈衝強度的測定 . . . . .	101
能量2,34兆電子伏的中子在鉻、鈦及鉛核上彈性及非彈性散射的角分佈 . . . . .	106
氫、氧及氣體混合物的同位素組成的光譜定量分析 . . . . .	112
用實驗室輻射度學方法分別測定天然放射性元素 . . . . .	121
鋳的分离和容積測定的羥基奎寧磷酸鹽法 . . . . .	130
鈉鈣鈷云母 . . . . .	135
在放射性沾污的情況下進行修理工作時的個人防戶措施 . . . . .	141
給編輯部的信	
未熱到沸騰的水作強制流動時的臨界熱負荷 . . . . .	149
在穩定液體中游離粒子軌跡所引畫的水動力輻射 . . . . .	152
火花多電荷离子源 . . . . .	153
慢中子探測器 . . . . .	156
關於在劑量儀器中採用閃爍計數管的若干問題 . . . . .	157
科技新聞 . . . . .	162
參考起目 . . . . .	182

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР  
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

# Атомная энергия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, В. И. ВЕКСЛЕР,  
А. П. ВИНОГРАДОВ, Н. А. ВЛАСОВ (зам. главного редактора),  
В. С. ЕМЕЛЬЯНОВ, В. Ф. КАЛИНИН, Г. В. КУРДЮМОВ,  
А. В. ЛЕВЕДИНСКИЙ, И. И. НОВИКОВ (главный редактор),  
Б. В. СЕМЕНОВ (ответственный секретарь), В. С. ФУРСОВ

8

---

---

ТОМ III • АВГУСТ • 1957

## СОДЕРЖАНИЕ

Ленинские премии за создание первой атомной электростанции . . . . .	87
Л. В. Грошев, А. М. Демидов. Ядерные мультиплеты в легких нечетно-нечетных ядрах и их проявление в $\gamma$ -переходах после захвата теплового нейтрона . . . . .	91
В. М. Горбачев, Ю. С. Замятин. Определение интенсивности коротковременных импульсов быстрых нейтронов . . . . .	101
О. 1. Сальников. Угловое распределение упруго и неупруго рассеянных нейтронов с энергией 2,34 Мэв на ядрах хрома, железа и свинца . . . . .	106
М. Н. Оганов, А. Р. Стриганов. Спектральный количественный анализ изотопного состава газообразных смесей водорода, дейтерия и трития . . . . .	112
И. М. Назаров. Раздельное определение естественных радиоактивных элементов с помощью лабораторных радиометрических методов . . . . .	121
А. В. Виноградов, В. С. Шпинель. Фосфатно-оксихинолиновый метод отделения и объемного определения циркония . . . . .	130
А. А. Черников, О. В. Крутецкая, Н. И. Органова. Натроотенит . . . . .	135
С. М. Городинский, В. Л. Щербаков. Индивидуальная защита при ремонтных работах в условиях радиоактивного загрязнения . . . . .	141
ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ	
Б. А. Зенкевич, В. И. Субботин. Критические тепловые нагрузки при вынужденном движении воды, недогретой до кипения . . . . .	149
Г. 4. Аскаръян. Гидродинамическое излучение от треков ионизирующих частиц в стабильных жидкостях . . . . .	152
А. А. Плюто, К. Н. Кервалидзе, И. Ф. Кварцхава. Искровой источник многозарядных ионов . . . . .	153
Т. В. Тимофеева. Детектор медленных нейтронов . . . . .	156
И. Б. Кейрим-Маркус, З. П. Лисицина. Некоторые вопросы, связанные с применением сцинтилляционных счетчиков в дозиметрических приборах . . . . .	157

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Применение радиоактивных и стабильных изотопов и излучений в народном хозяйстве и науке в СССР (162). В атомном павильоне Всесоюзной промышленной выставки (Отдел «Применение радиоактивных изотопов в промышленности») (167). Новые данные по нейтронным сечениям (169). Безжелезный  $\beta$ -спектрометр с двойной фокусировкой (170). Развитие атомной энергетики во Франции (171). Достижения в области изучения диаграмм состояния металлических систем (174). Распределение плутония и продуктов деления между расплавленным ураном и смесями  $UF_3$ — $BaCl_2$  ( $F_2$ ) (175). Некоторые свойства металлического непутия (176). О сплавах урана с цирконием (176). Обогащительные урановые фабрики Канады (177). Радиобиологические исследования в Институте биологической физики АН СССР в 1956 г. (178). Краткие сообщения (180).

## БИБЛИОГРАФИЯ

Новая литература . . . . .	182
----------------------------	-----

Адрес редакции: Москва, Центр, ул. Кирова, 18. Телефон для справок: Б 8-03-44



## Ленинские премии за создание первой атомной электростанции

Постановлением Комитета по Ленинским премиям при Совете Министров СССР Д. И. Блохинцеву, Н. А. Доллежалю, А. К. Красину и В. А. Малых присуждена Ленинская премия за создание первой советской атомной электростанции.

Пуск атомной электростанции положил начало новой области техники — атомной энергетике. Труд коллективов ученых и инженеров, руководителями которых являются Д. И. Блохинцев, Н. А. Доллежал, А. К. Красин и В. А. Малых, а также сотрудников ряда смежных организаций увенчался блестящим успехом — первая советская атомная электростанция работает бесперебойно уже в течение более трех лет.

Обращаясь к истории создания станции, следует отметить, что к началу ее проектирования, относящемуся к 1949 г., в Советском Союзе уже сложился большой коллектив научных и инженерных работников, освоивших процессы производства и использования делящихся материалов. Однако значительный круг вопросов, связанных с энергетическим использованием атомной энергии, оставался неясным. Это относилось и к расчету ряда физических характеристик реактора, и к выбору новых материалов, и к созданию достаточно «живучего» тепловыделяющего элемента реактора, и к разработке надежной конструкции реактора и его тепловой схемы, позволяющих безопасно и удобно обслуживать реактор, а также к ряду других вопросов.

В то время за рубежом иногда вообще сомневались в целесообразности постройки атомных электростанций, поскольку считалось, что инженерные трудности их создания будут слишком велики, а вырабатываемая электроэнергия по стоимости не сможет

конкурировать с электроэнергией, получаемой за счет сжигания обычного топлива. Сейчас эти вопросы уже ни у кого не вызывают сомнений. Подтверждением может служить необычайно бурное развитие мирового энергетического реакторостроения в последние годы. Как в Советском Союзе, так и за рубежом проектируется и строится большое количество мощных энергетических ядерных реакторов всевозможных типов и назначений. Поэтому одним из главных итогов создания первой атомной электростанции является то, что советские ученые и инженеры первыми в мире проложили путь в область энергетического использования деления ядер урана и доказали возможность успешного разрешения тех технических вопросов, которые казались почти непреодолимыми.

Успехи Советского Союза в области ядерной энергетике были бы невозможны без успехов других отраслей промышленности и науки, которые прямо или косвенно подготовили в техническом отношении возможность создания этой уникальной установки. Ядерная энергетика обязана своими успехами и машиностроению, и черной и цветной металлургии, и электротехнике, и радиотехнике, и электронике, и приборостроению, и химии, и геологии, и целому ряду других отраслей знаний.

После того как была поставлена задача спроектировать и построить небольшую атомную электростанцию, прежде всего необходимо было выбрать тип и мощность реактора. Было решено остановиться на гетерогенном типе реактора с трубчатыми каналами. По сравнению с корпусным этот вариант обладает рядом преимуществ\*). Кроме того, от-

\*) См. Атомная энергия № 1, 10 (1956).

## ЛЕНИНСКИЕ ПРЕМИИ ЗА СОЗДАНИЕ ПЕРВОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

сутствие корпуса под давлением значительно облегчает задачу экспериментальной проверки конструкций различных каналов, стержней регулирования, установки экспериментальных петель для испытания теплоносителей (с различными параметрами) и тепловыделяющих элементов. Все это очень важно, так как атомная электростанция должна отвечать и экспериментальным потребностям.

Тепловая и электрическая мощности реактора были выбраны в результате компромиссного решения, поскольку, с одной стороны, необходимо было иметь станцию полупромышленного масштаба, опыт эксплуатации которой в дальнейшем можно было бы экстраполировать в какой-то степени на более мощные станции такого же типа, с другой стороны, спроектировать и построить станцию в максимально короткий срок с минимальными затратами.

Следует отметить, что как при проектировании первой атомной электростанции, так и проектировании более мощных атомных электростанций в основном трудности представляют не столько физические расчеты, которые по существу являются оценкой, хотя весьма сложной и трудоемкой, тех или иных конструктивных решений, избираемых конструкторами, сколько выбор материалов и создание конструкций, удовлетворяющих предъявляемым к ним жестким требованиям. Поэтому в ходе проектирования станции было проведено значительное количество экспериментальных исследований как для проверки теоретических расчетов, так и отработки различных узлов и деталей конструкции.

Создание атомной электростанции является поучительным примером творческого сотрудничества многих специалистов: конструкторов, физиков, теплотехников, технологов, материаловедов, химиков, монтажников, строителей и т. д. При проведении такой комплексной работы, когда все компоненты атомной электростанции находятся в органической связи между собой и изменение одной из них неизбежно вызывает изменение других, трудно выделить главное направление или главную проблему, от решения которой зависело успешное окончание работы. Можно лишь отметить последовательность и основные этапы работы по созданию этой уникальной установки.

Основной частью атомной электростанции является реактор. Первый этап работы, сле-

довательно, заключался в том, чтобы на основании первоначальных конструктивных вариантов разработок выбрать наиболее подходящую принципиальную конструкцию реактора. Это в одинаковой степени относилось и к способу подвода теплоносителя к реактору, и к конструкции рабочего канала с тепловыделяющими элементами, и к конструкции кладки, и к шагу и типу решетки, и к размещению стержней регулирования и др. Выбранная конструкция, несмотря на малые размеры активной зоны реактора, позволила использовать уран с относительно низким обогащением, и, главное, она оказалась весьма перспективной, так как на ее основе может быть создан значительно более мощный реактор с менее обогащенным горючим. Такая станция будет сооружена в Советском Союзе в шестой пятилетке.

К этому же этапу работы относились и первоначальные физические расчеты реактора, цель которых заключалась в том, чтобы оценить в максимально короткий срок те или иные решения, избираемые конструкторами. Здесь также следует подчеркнуть тесную связь конструкторов и физиков, ибо все вопросы решались совместно.

На следующем этапе работы, в стадии технического проектирования, также встретились значительные трудности, в ходе преодоления которых было найдено немало оригинальных конструкторских решений.

Вот далеко не полный перечень вопросов, с которыми пришлось столкнуться конструкторам и которые были успешно разрешены: разработка конструкции кладки реактора, выбор температурных зазоров, обеспечивающих оптимальные условия ее работы, разработка оригинальной конструкции рабочего канала, обеспечивающего автономную компенсацию неравномерного температурного расширения трубок, компоновка деталей и узлов реактора в условиях малых габаритов, разработка конструкции верхней части реактора с разводкой технологических труб, подводящих и отводящих воду, обеспечение автономности работы канала и свободного извлечения и постановки его в реактор, герметизация реактора при температурных расширениях его деталей и целый ряд других вопросов.

В ходе конструкторских работ было сделано большое количество предварительных инженерных расчетов, относящихся к раз-



Д. И. Блохинцев



Н. А. Доллежалъ



А. К. Красин



В. А. Малых

## ЛЕНИНСКИЕ ПРЕМИИ ЗА СОЗДАНИЕ ПЕРВОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

личным вариантам реактора, его узлов и тепловой схемы, и более подробных—применительно к осуществленному варианту реактора. Для проверки результатов тепловых расчетов в различных местах реактора были установлены термодары, показания которых после пуска реактора на полную мощность подтвердили правильность сделанных расчетов.

По мере развертывания работ по проектированию станции совершенствовалась и развивалась методика физического расчета реактора. Если на первом этапе делались в основном прикидочные оценки (на основе двухгруппового метода), носившие поисковый характер, то в дальнейшем, в стадии технического и рабочего проекта, необходимо было учитывать более тонкие эффекты, что потребовало значительного совершенствования методики расчета, например, учета реакций в промежуточной области энергий и на более поздней стадии применительно к осуществленному варианту реактора—учета влияния, которое оказывает накапливающийся  $\text{Pu}^{241}$ . Точность результатов, полученных двухгрупповым методом расчета, проверялась в ряде случаев новым, многогрупповым методом. Кроме того, были развиты вариационные методы расчета компенсирующей способности стержней и т. д.

Значительную трудность при выполнении расчетно-физической части проекта составляли также расчет аварийных режимов и приведение физических характеристик реактора в соответствие с характеристиками тепловой схемы и оборудования, например, определение времени переключения главных циркуляционных насосов на аварийное питание, времени срабатывания отключающих устройств рабочего канала, не допускающих аварийного заполнения кладки водой. Последнее обстоятельство имеет немаловажное значение для безопасной работы реактора, поскольку он очень чувствителен к объемному содержанию воды в активной зоне.

Трудность физических расчетов усугублялась еще и тем, что в то время отсутствовали точные данные по ряду исходных физических констант. Однако по мере того, как появлялись эти данные, проводились все новые и новые расчеты.

Пуск и эксплуатация атомной электростанции показали хорошее совпадение опытных данных с теоретическими.

Одной из очень серьезных проблем, от решения которой также зависела работоспособность реактора, являлось создание надежного тепловыделяющего элемента.

Тепловыделяющие элементы реактора должны работать при потоке нейтронов порядка  $\sim 10^{13}$  нейтр/см<sup>2</sup> сек, температуре более 300° С и тепловом потоке до  $2 \cdot 10^6$  ккал/м<sup>2</sup> час. Трудность состояла еще и в том, что при такой температуре резко увеличивается взаимодействие урана с конструкционными материалами тепловыделяющего элемента, ведущее к их быстрому разрушению.

Можно было бы пойти по наиболее легкому пути, т. е. увеличить толщину стенки труб, несущих давление воды, и толщину противоскользящего покрытия тепловыделяющего элемента. Однако этот путь был неприемлем, поскольку увеличение количества конструкционных материалов, находящихся в активной зоне реактора, привело бы к значительному увеличению обогащения урана. Конструкция тепловыделяющего элемента, кроме того, должна быть удобной и в технологическом отношении, поскольку, во-первых, требовалось разработать технологию массового изготовления тепловыделяющих элементов, а, во-вторых, реактор атомной электростанции рассматривался как прототип реактора более мощной атомной электростанции, для которой потребуются неизмеримо большее количество тепловыделяющих элементов.

В результате длительных главным образом экспериментальных работ была окончательно отработана надежная конструкция. Испытаниям подвергались образцы тепловыделяющих элементов различных конструктивных и технологических типов. Первая стадия испытаний проводилась на стендах, на которых выделение тепла в элементе имитировалось пропусканием через него электрического тока. Стендовые испытания способствовали конструктивной и технологической отработке тепловыделяющих элементов.

Вторая, окончательная стадия проводилась в петле исследовательского реактора РФТ. Испытаниям подвергались различные типы тепловыделяющих элементов, прошедших предварительные стендовые испытания. В результате этой работы предпочтение было отдано одному из типов тепловыделяющих элементов, обладающему по сравнению с другими наилучшей технологичностью в изго-

## ЛЕНИНСКИЕ ПРЕМИИ ЗА СОЗДАНИЕ ПЕРВОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

товлении. Трехлетний опыт эксплуатации атомной электростанции полностью оправдал этот выбор. Перечисленные стороны работы по созданию атомной электростанции являются только наиболее главными. Однако не меньшее значение имели и многие другие работы, комплексное проведение которых позволило в конечном итоге создать атомную электростанцию. Это относилось и к разработке системы регулирования реактора, и к разработке технологии изготовления высококачественных тонкостенных труб из нержавеющей стали, и к созданию уникальных главных циркуляционных насосов, и к созданию многочисленных контрольно-измерительных приборов и т. д.

Разумеется, что работы по созданию атомной электростанции не ограничиваются разработкой конструкции и проведением многочисленных теоретических и экспериментальных исследований. Необходимо смонтировать станцию, пустить и научиться правильно ее эксплуатировать. На этом этапе также встретились немалые трудности. Необходимо было выполнить сложный монтаж реактора (особенно верхней части), осуществить физический пуск, в ходе которого проверить различные характеристики реактора, и, наконец, при работе на полной мощности назначить оптимальные водные режимы работы реактора, режимы работы графитовой кладки и т. д. Работа по эксплуатационному усовершенствованию реактора проводится и в настоящее время коллективом сотрудников атомной электростанции.

Именами тех, кто удостоен звания лауреатов Ленинской премии, конечно, далеко не исчерпывается список всех специалистов, участвовавших в работе по созданию атомной электростанции. Первая в мире атомная электростанция была создана в необычайно короткое время—за 4,5 года, так как по существу работы по ее созданию были развернуты к концу 1949 года—усилиями многих ученых и инженеров, в распоряжении которых находился весь арсенал современных технических средств.

Трудно переоценить значение атомной электростанции для развития ядерной энергетики в Советском Союзе. Ученые и инженеры, работающие над созданием новых атомных электростанций, часто обращаются к

опыту проектирования и эксплуатации первой атомной электростанции. В этом смысле она является источником весьма ценных сведений, касающихся тех или иных сторон работы графито-водных энергетических реакторов. Однако необходимо отметить весьма существенное обстоятельство. Было бы большим заблуждением полагать, что дальнейшее развитие ядерной энергетики в одном из направлений с использованием реакторов такого типа будет представлять собой простое умножение энергетических мощностей путем постройки станций, дублирующих конструкцию и параметры первой атомной электростанции. Это, конечно, не так. Во-первых, бурное развитие ядерной энергетики и ее колоссальные успехи за последние годы уже не дают права рассматривать эту станцию как идеальную, удовлетворяющую современным, более высоким требованиям (главным образом в отношении параметров вырабатываемого пара и коэффициента полезного действия). Во-вторых, при разработке более мощных атомных электростанций, рассчитанных на производство пара более высоких параметров, не только увеличиваются трудности, но и возникает ряд новых принципиальных проблем, которые не могут быть решены экстраполяцией опыта эксплуатации первой советской атомной электростанции.

К таким проблемам, например, относятся получение новых конструкционных материалов, переработка в массовом количестве использованных тепловыделяющих элементов, циклы горючего, захоронение радиоактивных отходов и т. д.

Первая советская атомная электростанция помогла прочесть только первую страницу книги бесконечных вопросов и проблем, связанных с развитием атомной энергетики. Дочитать эту книгу до конца невозможно, поскольку невозможно до конца познать все законы природы. Однако то, что сделано большим отрядом советских специалистов, возглавляемых лауреатами Ленинской премии Д. И. Блохинцевым, Н. А. Доллежалем, А. К. Красиным и В. А. Малых, является ценным вкладом в проблему, стоящую перед человечеством,—поставить неисчерпаемую энергию атома на службу человека.

Ю. К.



## Ядерные мультиплеты в легких нечетно-нечетных ядрах и их проявление в $\gamma$ -переходах после захвата теплового нейтрона<sup>\*)</sup>

Л. В. Грошев, А. М. Демидов

Рассматриваются состояния нечетно-нечетных ядер с  $A < 60$ , различающиеся между собой величиной полного момента  $J$ , но содержащие в конфигурации нечетный протон и нечетный нейтрон с заданными моментами  $i_p$  и  $i_n$ . Дается обзор экспериментальных данных, позволяющих предполагать существование таких ядерных мультиплетов вблизи основных состояний ядер. Проводится сравнение схем  $\gamma$ -распада состояний четно-нечетных (нечетный нейтрон) и нечетно-нечетных ядер с  $A < 60$ , образующихся при захвате тепловых нейтронов. Для объяснения особенностей  $\gamma$ -переходов в нечетно-нечетных ядрах используются представления о мультиплетах.

В последние годы появилось много работ [1]—[3], в которых различными методами измерены энергии и интенсивности  $\gamma$ -лучей, испускаемых при захвате тепловых нейтронов. Кроме того, в результате изучения  $\beta$ -распада и ядерных реакций, вызываемых заряженными частицами, накопилось много сведений об энергиях и других характеристиках уровней ядер. Сочетание этих данных дает возможность составить достаточно надежные схемы  $\gamma$ -переходов ядер с атомным весом  $A < 60$ , образующихся после захвата теплового нейтрона.

Схемы  $\gamma$ -переходов таких ядер обсуждались в 1954 г. Кинси и Бартоломью [4]. В своей работе они приходят к выводу, что исходные состояния этих ядер, образующиеся при захвате теплового нейтрона, распадаются путем испускания ядром в основном  $E1$ - и  $M1$ -квантов. Отмечая, что в реакции  $(n, \gamma)$  на естественных смесях изотопов у ядер с  $A < 60$  образуются преимущественно четно-нечетные (нечетные по числу нейтронов) и нечетно-нечетные ядра, авторы детально обсуждают схемы  $\gamma$ -переходов четно-нечетных ядер. При этом они приходят к выводу,

что в этих ядрах наиболее интенсивны  $\gamma$ -переходы на уровни с характеристиками  $2p_{3/2}$  и  $2p_{1/2}$ .

Измерения спектров  $\gamma$ -лучей реакций  $(n, \gamma)$ , выполненные в нашей лаборатории с помощью комптоновского спектрометра в более широком интервале энергий исследуемого  $\gamma$ -излучения [2], позволяют уточнить схемы  $\gamma$ -переходов четно-нечетных ядер и более надежно составить их для нечетно-нечетных ядер. В свою очередь появились новые сведения о характеристиках уровней ядер, в том числе и для нечетно-нечетных ядер. Сопоставление всех этих данных позволяет установить определенные закономерности.

Ниже приводятся данные о нижних уровнях нечетно-нечетных ядер для области малых атомных весов ( $A \leq 60$ ) и обсуждается вопрос о  $\gamma$ -переходах в этих ядрах.

При рассмотрении нечетно-нечетных ядер мы будем исходить из предположения о том, что состояния таких ядер определяются характеристиками нечетного протона и нечетного нейтрона. Кроме того, мы будем предполагать, что имеет смысл говорить о полном моменте нечетного нуклона  $\vec{j} = \vec{l} + \vec{s}$ .

Естественно, что не во всех случаях эти предположения будут выполняться. Однако

<sup>\*)</sup> Доложено на Всесоюзном совещании по ядерной спектроскопии в Ленинграде (январь 1957 г.).



Л. В. ГРОШЕВ, А. М. ДЕМИДОВ

можно думать, что вблизи основного состояния ядра они в большинстве случаев выполняются.

Рассмотрим некоторую ядерную конфигурацию с заданными моментами нечетного протона ( $j_p$ ) и нечетного нейтрона ( $j_n$ ). В пределах такой конфигурации должно существовать несколько состояний, отличающихся друг от друга величиной полного момента  $J$ , но имеющих одну и ту же четность, причем величина  $J$  удовлетворяет условию  $j_p + j_n \geq J \geq |j_p - j_n|$ . Число таких состояний должно равняться  $2j+1$ , где  $j$  — меньшее значение из  $j_p$  и  $j_n$ . При наличии взаимодействия между нечетными нуклонами, различного при разных значениях  $J$ , рассматриваемые состояния не будут совпадать по энергии. Совокупность таких состояний мы будем называть в дальнейшем ядерным мультиплетом. Если такие мультиплеты существуют, то наиболее отчетливо должны проявляться мультиплеты, включающие основные состояния нечетно-нечетных ядер. В этом случае характеристики нечетного протона и нечетного нейтрона, как правило, известны из характеристик основных состояний соответствующих соседних нечетно-четных и четно-нечетных ядер.

Имеющиеся в настоящее время данные по интересующему нас вопросу хотя и не являются исчерпывающими, но все же весьма убедительно говорят в пользу существования ядерных мультиплетов в нечетно-нечетных ядрах. Остановимся на рассмотрении этих данных\*).

## I

Если протон или нейтрон в нечетно-нечетном ядре имеет момент  $1/2$ , то вблизи основного состояния ядра должен иметься дублет. К таким ядрам, в частности, относятся  $Al^{28}$  и все изотопы фосфора. Для  $Al^{28}$  и  $P^{32}$  давно установлено существование дублета с малым расщеплением.

В табл. 1 приведены дублеты, которые могут быть выделены на основании имеющихся схем уровней. В верхней части таблицы приведены ядра, у которых нечетный протон и нечетный нейтрон имеют различные  $l$ , в нижней части таблицы — при одинаковых  $l$ .

У ядер  $Al^{28}$  и  $P^{32}$  ближайшее возбужденное состояние за пределами дублета находится

\*) Ссылки на литературу даются только в том случае, если данные не вошли в обзоры [4]—[6].

Таблица 1

Ядро	Конфигурация		Характеристики состояния		Энергия дублета $\kappa эв$
	$p$	$n$	основного	первого возбужденного	
$Al^{28}$	$d_{5/2}^{-1}$	$s_{1/2}$	$3^+$	$2^+$	29
$P^{32}$	$s_{1/2}$	$d_{3/2}$	$1^+$	$2^+$	77
$N^{16}$	$p_{1/2}$	$d_{5/2}$	$2^-$	$3^-$	300
$P^{30}$	$s_{1/2}$	$s_{1/2}$	$1^+$	$0^+$	688
$N^{14}$	$p_{1/2}$	$p_{1/2}$	$1^+$	$0^+$	2310

ся соответственно при энергии 0,97 и 0,57 Мэв. В этих случаях ядерные дублеты выделяются очень четко.

В ядре  $N^{16}$  состояния  $p_{1/2} d_{5/2}$  и  $p_{1/2} s_{1/2}$  мало различаются по энергии. Здесь два дублета перекрываются, образуя четыре уровня с характеристиками  $2^-$ ,  $0^-$ ,  $3^-$  и энергиями 0, 113, 300, 390  $\kappa эв$  [7].

У ядер  $N^{14}$  и  $P^{30}$  энергия возбуждения следующего после дублета уровня равна соответственно 3,95 и 1,14 Мэв.

Из табл. 1 видно, что взаимодействие между нечетным протоном и нечетным нейтроном мало, если они имеют различные  $l$ ; оно становится значительно больше, если нечетные нуклоны обладают одинаковым  $l$ .

Если моменты нечетного протона и нечетного нейтрона равны или превышают  $3/2$ , то можно ожидать, что основное состояние ядра войдет в мультиплет более высокого порядка. В настоящее время известно несколько случаев сложных мультиплетов, хорошо отделенных от других уровней. Они проявляются, если в основном состоянии ядра нечетные протоны и нейтроны имеют различные  $l$ .

На рис. 1 приведены схемы уровней для  $Cl^{38}$  и  $K^{40}$  и для сравнения — схема  $Ca^{41}$ .

В ядрах  $K^{40}$  и  $Ca^{41}$  нечетный нейтрон находится в одинаковом состоянии, а именно  $1f_{7/2}$ . Как показал Демидов [8], у этих ядер уровни  $2p_{3/2}$ , выделяющиеся тем, что через них с большой вероятностью идет реакция стриппинга ( $d, p$ ), имеют приблизительно одну и ту же энергию возбуждения. Имеющиеся в настоящее время результаты исследований реакции ( $d, p$ ) показывают, что это утверждение справедливо для более

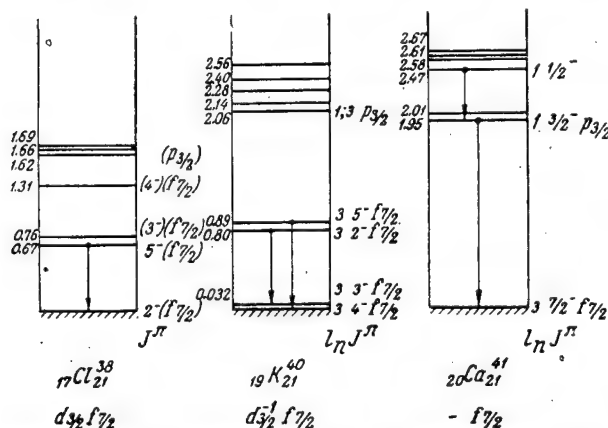
## ЯДЕРНЫЕ МУЛЬТИПЛЕТЫ В ЛЕГКИХ НЕЧЕТНО-НЕЧЕТНЫХ ЯДРАХ

широкого круга ядер. В табл. 2 приведен список ядер, у которых нечетный нейтрон находится в состояниях  $f_{7/2}^{\pm 1}$ ,  $f_{7/2}^{\pm 3}$ . У всех приведенных в таблице ядер уровень  $2p_{3/2}$  имеет приблизительно одну и ту же энергию возбуждения.

Таблица 2

Ядро	Конфигурация основного состояния	Энергия возбуждения уровня $2p_{3/2}$ Мэв
$^{38}_{17}\text{Cl}_{21}$	$d_{3/2} f_{7/2}$	$\geq 1,62$ [9]
$^{41}_{18}\text{Ar}_{23}$	$d_{5/2}^2 f_{7/2}$	1,40 [10]
$^{40}_{19}\text{K}_{21}$	$d_{3/2}^{-1} f_{7/2}$	2,06 [11]
$^{41}_{20}\text{Ca}_{21}$	$- f_{7/2}$	1,95 [12]
$^{43}_{20}\text{Ca}_{23}$	$- f_{7/2}^3$	2,05 [12]
$^{45}_{20}\text{Ca}_{25}$	$- f_{7/2}^3$	1,89 [12]
$^{49}_{22}\text{Ti}_{27}$	$f_{7/2}^2 f_{7/2}^{-1}$	1,40 [13]

У ядра  $\text{Ca}^{41}$  этот уровень соответствует первому возбужденному состоянию с энергией 1,95 Мэв. В отличие от  $\text{Ca}^{41}$  у нечетно-нечетного ядра  $\text{K}^{40}$  при меньших возбуждениях

Рис. 1. Схемы низколежащих уровней ядер  $\text{Cl}^{38}$ ,  $\text{K}^{40}$  и  $\text{Ca}^{41}$ .

имеются три уровня. Опыты по изучению реакции (d, p) на ядре  $\text{K}^{39}$  показывают, что эти уровни и основное состояние имеют одинаковую четность и полные моменты  $J$ , значения которых лежат в интервале  $j_p + j_n \geq J \geq |j_p - j_n|$  (см. рис. 1).

Поэтому группу из 4 уровней  $\text{K}^{40}$  можно трактовать как мультиплет для конфигурации  $d_{3/2}^1 f_{7/2}$ . Аналогичная конфигурация  $d_{3/2} f_{7/2}$  имеет место у  $\text{Cl}^{38}$ . Недавно Гольдштейн и Тальми [14], исходя из предположения о том, что радиальные функции в этих двух конфигурациях одинаковы, установили наличие линейной зависимости между энергетическими интервалами  $\Delta E$  для мультиплетов конфигурации  $d_{3/2}^1 f_{7/2}$  и  $d_{3/2} f_{7/2}$ . Взяв экспериментальные значения  $\Delta E$  для мультиплета  $\text{K}^{40}$ , они получили соответствующие значения  $\Delta E$  для мультиплета  $\text{Cl}^{38}$ . Вычисленные таким способом энергии уровней  $\text{Cl}^{38}$  приведены в табл. 3. Там же приведены энергии уровней ядра  $\text{Cl}^{38}$ , полученные недавно в работе [9] путем магнитного анализа продуктов реакции  $\text{Cl}^{37}(\text{d}, \text{p}) \text{Cl}^{38}$ . Как видно из таблицы, между расчетными и экспериментальными данными имеется хорошее согласие. Аналогичные результаты получены недавно Пандия [15].

Таблица 3

	$E$ Мэв	$J\pi$	$E$ Мэв	$J\pi$	$E$ Мэв	$J\pi$	$E$ Мэв	$J\pi$
Рассчитано по $\text{K}^{40}$ . . . .	0	2-	0,70	5	0,75	3	1,32	4-
Данные эксперимента .	0	2-	0,672	5-	0,762	—	1,312	—

Довольно хорошо изучены уровни нечетно-нечетных ядер  $\text{Na}^{24}$  и  $\text{Cl}^{36}$  с конфигурациями основных состояний  $(d_{3/2}^3)_{3/2}$   $d_{5/2}^1$  и  $d_{3/2} d_{5/2}^1$ . Однако при образовании этих ядер в результате реакции (d, p) нейтрон с орбитальным моментом  $l_n = 2$  захватывается только в основное и первое возбужденное состояние. Для второго и третьего возбужденных состояний  $l_n = 0$ , т. е. нейтрон захватывается не в d, а в s-состояние. Это может быть связано с тем, что из-за сильного взаимодействия между нечетным протоном и нейтроном при одинаковом  $l$  (энергия 1-го возбужденного состояния равна 470 кэв для  $\text{Na}^{24}$  и 770 кэв для  $\text{Cl}^{36}$ ) мультиплет перекрывается с другими уровнями и его остальные два компонента лежат значительно выше.

Аналогичная картина наблюдается для мультиплета из шести компонентов, имеющего место в случае ядра  $\text{Al}^{26}$  с конфигурацией  $d_{5/2}^1 d_{5/2}^1$  для основного состояния. Это ядро мы рассмотрим в разделе III.

Л. В. ГРОШЕВ, А. М. ДЕМИДОВ

## II

Отметим еще одну особенность в расположении уровней нечетно-нечетных ядер, связанную, как нам кажется, с существованием в них ядерных мультиплетов. Среди уровней данного сложного мультиплета, принадлежащих одной и той же конфигурации, могут встретиться состояния, в которых ядра имеют моменты, различающиеся на 3, 4 и 5 единиц. Это обстоятельство может привести к появлению ядерной изомерии, отличающейся по своей природе от обычной изомерии, для которой характерны переходы между уровнями с сильно различающимися  $l$ . Такие изомеры, как известно, располагаются «островами» непосредственно перед магическими числами. Для первого такого острова  $N$  или  $Z \geq 39$  ( $A \geq 69$ ). В табл. 4 приведены характеристики состояний легких нечетно-нечетных ядер с  $A \leq 60$ , между которыми происходят изомерные переходы. Все эти ядра расположены за пределами первого «острова» изомерии со стороны меньших  $A$ . Из табл. 4 видно, что моменты всех состояний, участвующих в изомерных переходах, согласуются с условием  $j_p + j_n \leq J \leq |j_p - j_n|$  и что все переходы происходят без изменения четности.

Таблица 4

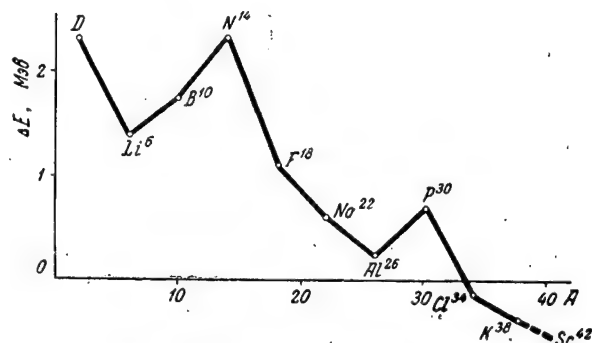
Ядро	Конфигурация основного состояния [16]		Характеристика состояния	
	$p$	$n$	изомерного	основного
$^{22}_{11}\text{Na}$	$d_{5/2}^3$	$d_{5/2}^3$	$(0^+)$	$3^+$
$^{24}_{11}\text{Na}$	$d_{5/2}^3$	$d_{5/2}^{-1}$	$1^+$	$4^+$
$^{26}_{13}\text{Al}$	$d_{5/2}^{-1}$	$d_{5/2}^{-1}$	$0^+$	$5^+$
$^{34}_{17}\text{Cl}$	$d_{3/2}$	$d_{3/2}$	$3^+$	$0^+$
$^{38}_{17}\text{Cl}$	$d_{3/2}$	$f_{7/2}$	$5^-$	$2^-$
$^{38}_{19}\text{K}$	$d_{3/2}^{-1}$	$d_{3/2}^{-1}$	$3^+$	$0^+$
$^{44}_{21}\text{Sc}$	$f_{7/2}$	$f_{7/2}^3$	$6, 7^+$	$2, 3^+$
$^{46}_{21}\text{Sc}$	$f_{7/2}$	$f_{7/2}^5$	$7^+$	$4^+$
$^{52}_{25}\text{Mn}$	$f_{7/2}^5$	$f_{7/2}^{-1}$	$2^+$	$6^+$
$^{58}_{27}\text{Co}$	$f_{7/2}^{-1}$	$p_{3/2}^{-1}$	$5^+$	$2^+$
$^{60}_{27}\text{Co}$	$f_{7/2}^{-1}$	$p_{3/2}^{-1}$	$2^+$	$5^+$

У  $\text{Al}^{28}$  и изотопов фосфора, имеющих ядерные дублеты с  $\Delta J = 1$ , изомерия не наблюдается. При соответствующем расположении уровней она может не наблюдаться и в случае сложного мультиплета, как это, например, имеет место в случае  $\text{K}^{40}$  (см. рис. 1).

## III

Рассмотрим отдельно вопрос о мультиплетах для нечетно-нечетных ядер с  $N = Z$ . Данные о ядрах, относящихся к этой категории, приведены в табл. 5. В столбце 2 приведены конфигурации основных состояний. В следующем столбце даны характеристики основного и ближайших возбужденных состояний.

Многочисленно отмечалось [18], что у нечетно-нечетных ядер с  $N = Z$  уровни с нечетным  $J$  имеют четный изотопический спин  $T$ , и наоборот. Известно также [19], что в нечетно-нечетных ядрах с  $T_z = 0$  разность энергий между низшими состояниями с  $T = 1$  и  $T = 0$  значительно меньше, чем в четно-четных ядрах с  $A = 4n$ . С увеличением  $A$  эта разность уменьшается.

Рис. 2. График зависимости  $\Delta E = E_{\uparrow\uparrow} - E_{\uparrow\downarrow}$  от атомного веса для нечетно-нечетных ядер с  $N = Z$ .

На рис. 2 приведена зависимость разности энергии связи  $\Delta E = E_{\uparrow\uparrow} - E_{\uparrow\downarrow}$  от атомного номера для двух состояний одного и того же ядра, в которых моменты  $j_p$  и  $j_n$  соответственно параллельны ( $J = 2j$ ,  $T = 0$ ) или антипараллельны ( $J = 0$ ,  $T = 1$ ). Величина  $\Delta E = E_{\uparrow\uparrow} - E_{\uparrow\downarrow}$  во всех случаях, за исключением  $\text{Li}^6$ , совпадает с разностью энергий низших состояний с  $T = 0$  и  $T = 1$  ( $-\Delta E = E_{T=0} - E_{T=1}$ ). Из рис. 2 видно, что  $\Delta E$  при  $A \sim 34$  меняет знак. При  $A > 34$  основ-

## ЯДЕРНЫЕ МУЛЬТИПЛЕТЫ В ЛЕГКИХ НЕЧЕТНО-НЕЧЕТНЫХ ЯДРАХ

Таблица 5

Ядро	Конфигурация основного состояния		Характеристики состояний					
	p	n		основного	1-го возбуждения	2-го возбуждения	3-го возбуждения	
D	$s_{1/2}$	$s_{1/2}$	$J^\pi$ T	1+ 0	0+*) 1			
Li <sup>6</sup>	$P_{3/2}$	$P_{3/2}$	$J^\pi$ T	1+ 0	3+ 0	0+ 1		2+ выше***)
B <sup>10</sup>	$P_{3/2}^{-1}$	$P_{3/2}^{-1}$	$J^\pi$ T	3+ 0	1+ 0	0+ 1		2+ выше
N <sup>14</sup>	$P_{1/2}$	$P_{1/2}$	$J^\pi$ T	1+ 0	0+ 1			
F <sup>18</sup>	$s_{1/2}$	$s_{1/2}$	$J^\pi$ T	1+ 0	0+ 1			
Na <sup>22</sup>	$d_{5/2}^3$	$d_{5/2}^3$	$J^\pi$ T	3+ 0	0+ 1	**) 1		
Al <sup>26</sup>	$d_{5/2}^{-1}$	$d_{5/2}^{-1}$	$J^\pi$ T	5+ 0	0+ 1	3+ 0	1+ 0	2, 4+ выше
P <sup>30</sup>	$s_{1/2}$	$s_{1/2}$	$J^\pi$ T	1+ 0	0+ 1			
Cl <sup>34</sup>	$d_{3/2}$	$d_{3/2}$	$J^\pi$ T	0+ 1	3+ 0			2+ выше
K <sup>38</sup>	$d_{3/2}^{-1}$	$d_{3/2}^{-1}$	$J^\pi$ T	0+ 1	3+ 0			2+ выше
Sc <sup>42</sup>	$f_{7/2}$	$f_{7/2}$	$J^\pi$ T	0+ 1				
Co <sup>54</sup>	$f_{7/2}^{-1}$	$f_{7/2}^{-1}$	$J^\pi$ T	0+ 1				

\*) Виртуальное состояние.

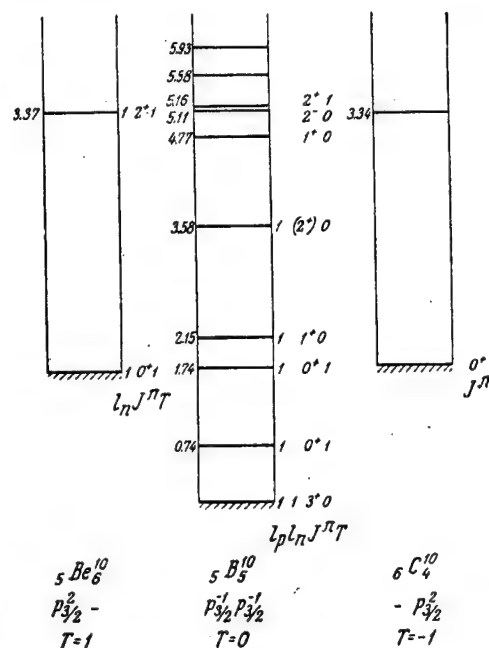
\*\*) Первым возбужденным уровнем, вероятно, является уровень 1+, T=0, на небольшом расстоянии от которого находится состояние J=0+, T=1, приведенное в таблице (см. [17]).

\*\*\*) Состояние с такой характеристикой лежит выше состояний, указанных в предыдущих столбцах.

ным состоянием является состояние с T=1 (см. табл. 5). Кроме включенных в таблицу ядер (Cl<sup>34</sup>, K<sup>38</sup>, Sc<sup>42</sup> [20] и Co<sup>54</sup> [21]), момент J=0+ в основном состоянии имеет Mn<sup>50</sup> и, возможно, V<sup>46</sup> [21].

Из приведенных в табл. 5 примеров сложных мультиплетов видно, что все их нижние компоненты имеют нечетное J или J=0+. Недостающие четные компоненты лежат значительно выше, что связано с зарядовой не-

зависимостью ядерных сил. Сравним нечетно-нечетное ядро, имеющее N=Z, с соседними четно-четными ядрами с T<sub>c</sub>=±1 (N'-Z'=±2). Основные состояния таких ядер являются состояниями 0+ и имеют T=1. Эти состояния и компонент мультиплета с J=0+ и T=1 рас-

Рис. 3. Схемы уровней ядер Be<sup>10</sup>—B<sup>10</sup>—C<sup>10</sup> в изобарном триплете с A=10.

смаатриваемого ядра составляют изобарный триплет. Поэтому компонент мультиплета 2+ должен лежать относительно состояния 0+ не ниже, чем первый уровень 2+ в соседних четно-четных ядрах с T<sub>c</sub>=±1. Если компонент мультиплета 2+ имеет то же происхождение, что и в нечетно-нечетном ядре, то он будет или со-

впадать с этим уровнем, или лежать где-то выше его, если последний имеет какое-то другое происхождение. Аналогичное заключение справедливо и для компонента 4+ в более сложных ядерных мультиплетах.

На рис. 3 и 4 приведены схемы уровней ядер B<sup>10</sup>, Al<sup>26</sup> и для сравнения схемы их изобаров с T<sub>c</sub>=±1, причем основные состояния этих ядер нанесены на одной прямой с состоянием 0+ нечетно-нечетного ядра. Из

Л. В. ГРОШЕВ, А. М. ДЕМИДОВ

рис. 3 видно, что у  $B^{10}$  уровень  $J = 2^+$ ,  $T = 1$  с энергией 5,16 Мэв приблизительно совпадает с уровнем  $2^+$   $Be^{10}$  и  $C^{10}$  и поэтому он (а не первый возбужденный уровень  $2^+$  с энер-

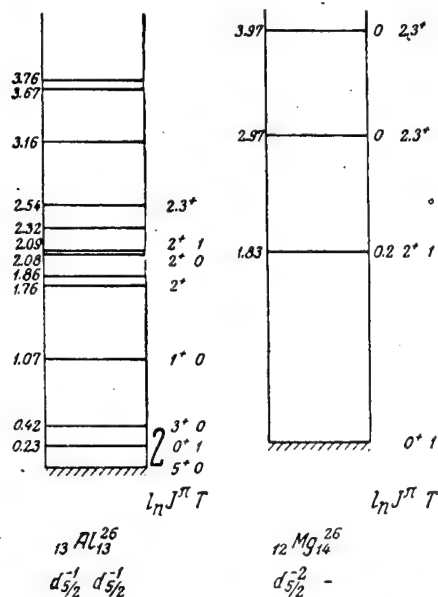


Рис. 4. Схемы уровней ядер  $Al^{26}$ — $Mg^{26}$  в изобарном триплете с  $A=26$ .

гией 3,58 Мэв) может входить в состав мультиплета. В случае  $Al^{26}$  (рис. 4) компонентом  $2^+$ , возможно, является уровень с энергией 1,76 Мэв, совпадающий с уровнем  $2^+$   $Mg^{26}$ . По последним данным [22], уровень с  $E = 1,76$  Мэв действительно имеет  $T = 1$ . Компонент мультиплета  $4^+$  лежит где-то еще выше.

#### IV

Как уже отмечалось, в мультиплетах нечетно-нечетных ядер при  $N = Z$  компоненты с нечетными  $J$  и с  $J = 0^+$  лежат ниже состояний  $2^+$ ,  $4^+$  и т. д. У всех других нечетно-нечетных ядер ( $N \neq Z$ ) наблюдается иная картина. В табл. 6 приведены характеристики основных состояний для таких ядер (за исключением ядер с  $N$  или  $Z$ , равными 7, 9 и 15, у которых  $j_p$  или  $j_n = 1/2$ ). Из таблицы видно, что почти во всех случаях основное состояние имеет четный момент. Неоднозначность наблюдается лишь для недостаточно хорошо изученного ядра  $Sc^{44}$ . Единственным

Таблица 6

Ядро	Характеристика основного состояния	Ядро	Характеристика основного состояния
$Li^8$	$2^+$	$Sc^{48}$	$6^+$
$B^8$	$2^+$	$V^{48}$	$4^+$
$Na^{24}$	$4^+$	$Sc^{50}$	$2^+$
$Al^{24}$	$4^+$	$V^{50}$	$6^+$
$Cl^{36}$	$2^+$	$V^{52}$	$2^+$
$Cl^{38}$	$2^-$	$Mn^{52}$	$6^+$
$Cl^{40}$	$2^-$	$Mn^{54}$	$2^+$
$K^{40}$	$4^-$	$Mn^{56}$	$2^+$
$Sc^{40}$	$4^-$	$Co^{56}$	$4^+$
$K^{42}$	$2^-$	$Co^{58}$	$2^+$
$Sc^{44}$	$2, 3^+$	$Cu^{60}$	$2^+$
$Sc^{46}$	$4^+$	$Co^{60}$	$5^+$

Таблица 7

Ядро	Конфигурация		Характеристика основного и ближайших возбужденных состояний				Примечание
	p	n	1	2	3	4	
$Cl^{34}$	$d_{3/2}$	$d_{3/2}$	$0^+$	$3^+$			$2^+$ выше *)
$Cl^{36}$	$d_{3/2}$	$d_{3/2}^{-1}$	$2^+$				$0^+$ выше
$K^{38}$	$d_{3/2}^{-1}$	$d_{3/2}^{-1}$	$0^+$	$3^+$			$2^+$ выше
$Cl^{38}$	$d_{3/2}$	$f_{7/2}$	$2^-$	$5^-$	$3^-$	$4^-$	
$K^{40}$	$d_{3/2}^{-1}$	$f_{7/2}$	$4^-$	$3^-$	$2^-$	$5^-$	
$Sc^{40}$	$f_{7/2}$	$d_{3/2}^{-1}$	$4^-$				$2^-$ выше
$Sc^{42}$	$f_{7/2}$	$f_{7/2}$	$0^+$				$2^+$ , $4^+$ , $6^+$ выше
$Sc^{48}$	$f_{7/2}$	$f_{7/2}^{-1}$	$6^+$				$0^+$ выше
$Co^{54}$	$f_{7/2}^{-1}$	$f_{7/2}^{-1}$	$0^+$				$2^+$ , $4^+$ , $6^+$ выше
$Sc^{50}$	$f_{7/2}$	$p_{3/2}$	$2^+$				$4^+$ выше
$Co^{56}$	$f_{7/2}^{-1}$	$p_{3/2}$	$4^+$				$2^+$ выше
$Co^{58}$	$f_{7/2}^{-1}$	$p_{3/2}^{-1}$	$2^+$				$4^+$ выше

\*) Состояние с такой характеристикой лежит выше состояний, указанных в предыдущих столбцах.

## ЯДЕРНЫЕ МУЛЬТИПЛЕТЫ В ЛЕГКИХ НЕЧЕТНО-НЕЧЕТНЫХ ЯДРАХ

явным исключением является  ${}_{27}^{60}\text{Co}$ , момент основного состояния которого равен  $5^+$  [22]. Возможно, что причиной этого исключения является то обстоятельство, что при  $N=33$  впервые начинается заполнение следующей ядерной оболочки при незаполненной предыдущей.

Отметим еще одну особенность ядерных мультиплетов. В табл. 7 приведено несколько групп нечетно-нечетных ядер, для которых можно ожидать наличия мультиплетов из четырех компонентов. Там же даны характеристики известных компонентов мультиплетов. В отдельные группы объединены ядра с заданными  $j_p$  и  $j_n$  для нечетных протонов и нейтронов. Конфигурации этих ядер получаются друг из друга при замене частицы на дырку

## V

Ядерные мультиплеты, по-видимому, проявляются в спектрах  $\gamma$ -лучей, испускаемых при захвате тепловых нейтронов, если в результате захвата образуется нечетно-нечетное ядро.

Для подтверждения высказанного предположения проведем сопоставление таких  $\gamma$ -спектров для четно-нечетных (нечетный нейтрон) и нечетно-нечетных излучающих ядер. На рис. 5 проведено такое сравнение для трех пар ядер

$${}_{14}^{29}\text{Si} - {}_{13}^{28}\text{Al}, {}_{20}^{41}\text{Ca} - {}_{19}^{40}\text{K} \text{ и } {}_{26}^{57}\text{Fe} - {}_{25}^{56}\text{Mn}.$$

Ядра каждой пары имеют одинаковое число нейтронов. Из рис. 5 видно, что для четно-

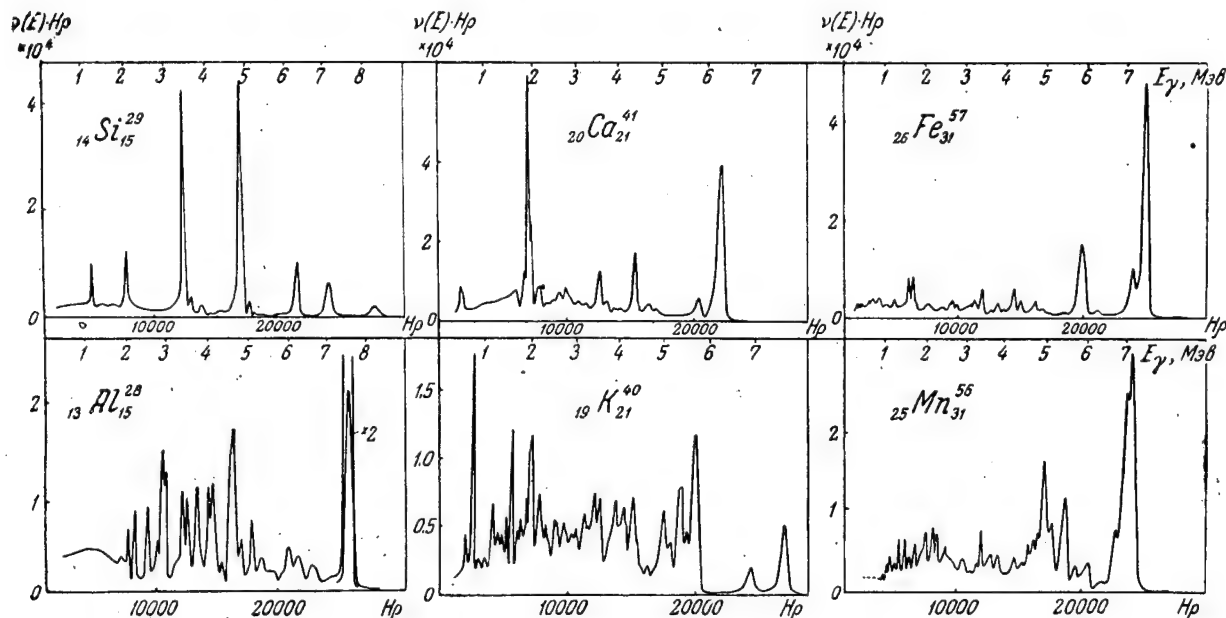


Рис. 5. Спектры  $\gamma$ -лучей, испускаемых при захвате тепловых нейтронов ядрами с  $N$ , равным 15, 21 и 31.

или дырки на частицу. Из приведенных примеров видно, что переход с заменой одной частицы на дырку приводит к тому, что наиболее высоко лежащий компонент мультиплета (см. последний столбец табл. 5;  $2^+$  у  $\text{Cl}^{34}$ ,  $4^-$  у  $\text{Cl}^{38}$ ,  $6^+$  у  $\text{Sc}^{42}$  и  $4^+$  у  $\text{Sc}^{50}$ ) становится основным состоянием. Повторение такого перехода (например,  $\text{Cl}^{36} \rightarrow \text{K}^{38}$ ,  $\text{Sc}^{48} \rightarrow \text{Co}^{54}$  или  $\text{Co}^{56} \rightarrow \text{Co}^{58}$ ) восстанавливает первоначальную картину.

нечетных ядер спектры имеют сравнительно простую форму. В спектрах нечетно-нечетных ядер линий значительно больше. Последнее прямо связано с увеличением плотности уровней в нечетно-нечетных ядрах по сравнению с четно-нечетными.

Рассмотрим относительные вероятности  $\gamma$ -переходов из исходного состояния, образованного при захвате теплового нейтрона, на различные уровни четно-нечетных и нечетно-



Л. В. ГРОШЕВ, А. М. ДЕМИДОВ

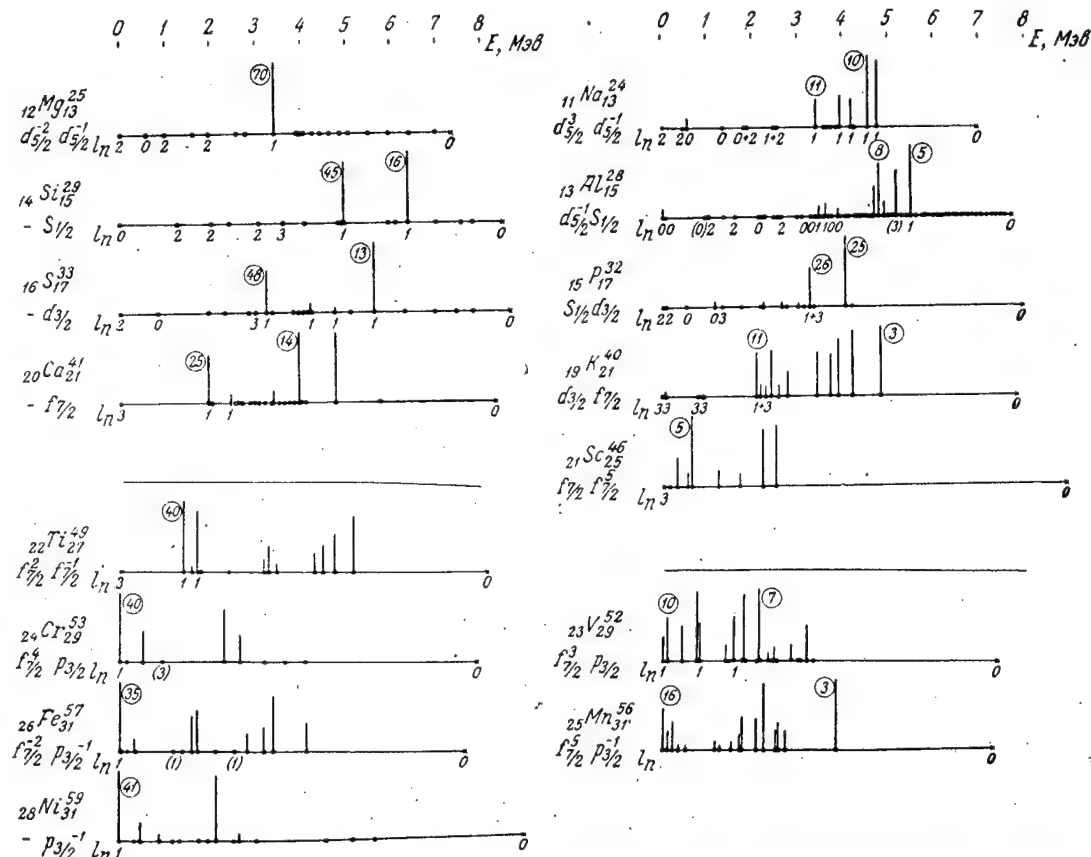


Рис. 6. Диаграмма  $\gamma$ -распадов состояний, образованных при захвате тепловых нейтронов, четно-нечетных и нечетно-нечетных ядер.

1. В случае Mg сравнимый вклад в сечение поглощения тепловых нейтронов вносят два изотопа ( $Mg^{24}$ —44% и  $Mg^{25}$ —46%,  $Mg^{26}$ —10%). По этой причине расшифровка спектра затруднена, надежно установлены лишь  $\gamma$ -переходы на уровни с энергией меньше 4 Мэв в  $Mg^{25}$ .

2. В случае Cr сравнимый вклад в сечение поглощения дают три изотопа ( $Cr^{50}$ —27,5%,  $Cr^{52}$ —20,5%,  $Cr^{53}$ —55%). Анализ спектра также затруднен. Пользуясь тем, что энергия связи нейтрона у  $Cr^{51}$  известна (9,07 Мэв), можно установить отсутствие у него перехода в основное состояние. Это связано с тем, что в основном состоянии  $Cr^{51}$  нейтрон имеет характеристику  $f_{7/2}^{-1}$ , а не  $p_{3/2}$ , как у  $Cr^{53}$ .

3. При поглощении нейтронов в железе в подавляющем большинстве случаев (92%) образуется ядро  $Fe^{57}$ , имеющее энергию связи нейтрона 7,65 Мэв. В 5% случаев образуется  $Fe^{55}$ , для которого энергия связи равна 9,34 Мэв. У  $Fe^{55}$  последний нейтрон находится в состоянии  $p_{3/2}$ . В соответствии с этим для него наблюдается переход в основное состояние, на долю которого приходится 40 квантов на 100 захватов в этом изотопе.

4. Аналогичная картина наблюдается у  $Ni^{61}$  (нейтрон  $p_{3/2}^{-1}$ ), который образуется в 16% случаев и имеет очень интенсивный переход в основное состояние.

## ЯДЕРНЫЕ МУЛЬТИПЛЕТЫ В ЛЕГКИХ НЕЧЕТНО-НЕЧЕТНЫХ ЯДРАХ

нечетных легких ядер ( $A < 60$ ). Интересующие нас переходы выделялись на основании принятых в настоящее время схем  $\gamma$ -переходов.

Относительная вероятность данного перехода принималась равной числу  $\gamma$ -квантов на один захваченный нейтрон  $-p_i$ , деленному на  $(h\nu_i)^3$ . Деление интенсивности  $\gamma$ -перехода на  $(h\nu_i)^3$  уничтожает зависимость его вероятности от энергии, поскольку известно [1], что наиболее интенсивные переходы являются дипольными. Полученные результаты представлены на диаграмме (рис. 6). По горизонтальным осям отложены энергии возбуждения ядра (уровни ядер указаны точками), высота вертикальных линий пропорциональна относительным вероятностям переходов из исходного состояния на данный уровень. Для каждого ядра за единицу вероятности принята наибольшая величина  $p_i/(h\nu_i)^3$ . Цифры в кружках у некоторых линий указывают для данного перехода число  $\gamma$ -квантов на сто захваченных нейтронов. При составлении диаграммы для ядер  $Mg^{25}$ ,  $P^{32}$ ,  $Sc^{46}$  и  $Cr^{53}$  использовались данные работ [1], для  $Si^{29}$ ,  $S^{33}$ ,  $Ca^{41}$ ,  $Ti^{49}$ ,  $Fe^{57}$ ,  $Ni^{59}$ ,  $Na^{24}$  и  $K^{40}$ —данные работ [2], для  $Al^{28}$ ,  $V^{52}$  и  $Mn^{56}$ —данные работы [24].

Из опытов по изучению реакции  $(d, p)$  для ряда уровней установлен момент  $l_n$ , который нейтрон вносит в ядро. Величины  $l_n$  приведены ниже оси абсцисс. Левая часть диаграммы относится к четно-нечетным, а правая—к нечетно-нечетным ядрам. При распаде исходного состояния четно-нечетных ядер характерно то обстоятельство, что вероятность перехода на самый низкий уровень с  $l_n=1$ , который четко выделяется во всех приведенных четно-нечетных ядрах по большей вероятности реакции  $(d, p)$ , наиболее велика и в зависимости от ядра составляет от 25 до 70%. Как неоднократно отмечалось в литературе, этот уровень обусловлен переходом нечетного нейтрона в состояние  $2p_{3/2}$ . Из рассмотрения левой части диаграммы видно, что, помимо перехода на уровень с нейтроном в состояние  $2p_{3/2}$ , имеются другие  $\gamma$ -переходы, сравнимые с ним по относительной вероятности. Обычно эти  $\gamma$ -переходы идут на уровни, расположенные примерно на 2 Мэв выше уровня  $2p_{3/2}$ . Хольт и Маршам [25] предположили, что в ядрах  $Si^{29}$  и  $S^{33}$  этот уровень соответствует переходу нечетного нейтрона в состояние  $2p_{1/2}$ . Для

других ядер характеристики этих уровней еще не найдены.

На диаграмме ясно видно постепенное понижение уровня  $2p_{3/2}$  при увеличении атомного веса  $A$ . В ядрах  $Cr^{53}$ ,  $Fe^{57*}$ ,  $Ni^{59}$  он становится основным состоянием. Поэтому в этих ядрах имеет место интенсивный  $\gamma$ -переход в основное состояние.

Таким образом, в случае четно-нечетных ядер наиболее вероятны  $\gamma$ -переходы из исходного состояния на небольшое число уровней. В тех случаях, когда характеристики этих уровней найдены, они оказываются уровнями  $p_{3/2}$  или  $p_{1/2}$ . При рассмотрении правой части диаграммы (нечетно-нечетные ядра) мы видим увеличение числа линий сравнимой интенсивности (в среднем порядка 10  $\gamma$ -квантов на 100 захватов). При этом необходимо отметить, что интенсивные  $\gamma$ -переходы идут группами, полную структуру которых пока еще не удается определить. Однако обращает на себя внимание то обстоятельство, что у  $V^{52}$ ,  $Mn^{56}$  и  $Co^{60}$  [1], [24] (на диаграмме не приведен), для которых в основном состоянии нейтрон имеет характеристику  $p_{3/2}$ , наблюдается группа линий вблизи основного состояния. У более легких ядер, основные состояния которых содержат нейтрон с характеристиками, отличными от  $p_{3/2}$ , группы интенсивных линий перемещаются в сторону более высоких энергий, причем в некоторых случаях для этих уровней из реакции  $(d, p)$  было найдено значение  $l_n=1$ .

Если сравнить четно-нечетное и нечетно-нечетное ядра с одним и тем же числом нейтронов ( $^{12}_{13}Mg^{25}$ — $^{11}_{13}Na^{24}$ ,  $^{14}_{15}Si^{29}$ — $^{13}_{15}Al^{28}$ ,  $^{20}_{21}Ca^{41}$ — $^{19}_{21}K^{40}$ ,  $^{24}_{29}Cr^{53}$ — $^{23}_{29}V^{52}$ ,  $^{26}_{31}Fe^{57}$ — $^{25}_{31}Mn^{56}$ ), то легко установить, что в нечетно-нечетных ядрах первая группа интенсивных переходов идет на уровни, расположенные приблизительно в той же области энергий, где находится уровень  $2p_{3/2}$  в соответствующих четно-нечетных ядрах.

Отмеченную особенность спектров  $\gamma$ -лучей нечетно-нечетных ядер, как нам кажется, можно понять, если учесть наличие ядерных мультиплетов в нечетно-нечетных ядрах. При этом предполагается, что можно говорить о мультиплетах как у основного, так и у возбужденного состояний.

\*) По последним данным [26], основное состояние ядра  $Fe^{57}$  имеет характеристику  $1/2^-$ , а характеристика  $3/2^-$  принадлежит первому возбужденному состоянию с энергией 14 кэв.



## Определение интенсивности кратковременных импульсов быстрых нейтронов

*В. М. Горбачев, Ю. С. Замятин*

Разработан количественный метод определения выхода нейтронов в импульсе, основанный на регистрации  $\gamma$ -лучей, возникающих при захвате нейтронов, замедленных в парафине. Детекторы, которые используются в этом методе, обладают чувствительностью  $0,1 \text{ нейтр/см}^2$ . Предлагаемый метод позволяет производить измерения при наличии электрических помех и  $\gamma$ -лучей, сопровождающих нейтронное излучение, а также дает возможность контролировать работу детектора.

### Введение

При исследовании работы импульсных нейтронных источников представляют интерес измерения временных характеристик нейтронного импульса (момента появления, длительности импульса, крутизны его фронта и т. п.) и количества генерируемых за время импульса нейтронов.

Существующие методы определения выхода нейтронов в одиночных нейтронных импульсах\*) могут быть разделены на две группы. С одной стороны, «быстрые» методы, в которых регистрация нейтронного импульса производится каким-либо детектором в момент образования нейтронов. При этом наибольшую эффективность и высокую разрешающую способность можно получить, используя для регистрации импульсов сцинтилляционные счетчики с органическими кристаллами и осциллографы с большой скоростью записи, с другой стороны, — хорошо известный активационный метод.

Если применяемая схема усиления импульсов обладает достаточно широкой полосой пропускания, то могут быть зафиксированы импульсы от отдельных нейтронов [1]. Однако если нагрузка сцинтиллятора велика и разрешающее время регистрирующей

схемы превышает длительность нейтронного импульса, то вследствие наложений импульсы от отдельных нейтронов зафиксировать невозможно.

В этом случае для определения относительной интенсивности нейтронного импульса применим интегральный способ, заключающийся в том, что импульсы, вызванные попаданием в кристалл отдельных нейтронов, складываются так, что на выходе регистрирующей схемы образуется некоторый суммарный импульс. Если фотоумножитель работает в области напряжений, где амплитуда импульса на выходе пропорциональна интенсивности сцинтилляции, а усилитель линеен, то по площади суммарного импульса можно судить о числе образовавших его нейтронов, а следовательно, и о выходе нейтронов.

Основное достоинство «быстрых» методов — высокая эффективность регистрации нейтронов с энергией  $\sim 1 \text{ Мэв}$ , достигающая 10% на 1 см толщины кристалла. Кроме того, эти методы позволяют фиксировать момент появления и форму нейтронного импульса, что представляет большой интерес для ряда экспериментов. Однако регистрация нейтронного излучения «быстрыми» методами имеет ряд недостатков. Один из них объясняется тем, что в момент образования импульса в установке, генерирующей нейтроны, могут создаваться быстропеременные электрические и магнитные поля, вызывающие сильные по-

\*) Здесь и далее мы будем иметь в виду однократные или периодические импульсы быстрых нейтронов с энергией больше  $1 \text{ Мэв}$ .

мехи в регистрирующих схемах. Значительно затрудняется анализ результатов также и в том случае, когда выход нейтронов сопровождается  $\gamma$ -излучением. Кроме того, использование «быстрых» методов требует достаточно сложной радиотехнической аппаратуры, обладающей высокой разрешающей способностью.

Определение нейтронного выхода активационным методом (см., например, [2]) производится весьма просто, однако чувствительность метода низка—в наилучшей геометрии можно регистрировать нейтронные импульсы с выходом не менее  $10^5$  нейтронов в импульсе ( $> 5$  нейтр/см<sup>2</sup>).

Существенным недостатком активационного метода является принципиальная невозможность определения момента появления нейтронного импульса.

В настоящей работе описывается удобный метод определения нейтронных выходов импульсных источников нейтронов, предложенный А. И. Веретенниковым и одним из авторов. Этот метод обеспечивает высокую эффективность регистрации нейтронов и позволяет производить количественные измерения при очень короткой длительности нейтронного импульса. При этом оказывается возможным определить момент появления нейтронного импульса с относительно высокой точностью.

### Метод и аппаратура

В предлагаемом методе «затянутой регистрации» определение выхода нейтронов производится по  $\gamma$ -лучам, которые образуются при захвате замедлившихся нейтронов в парафине, окружающем кристалл сцинтилляционного счетчика.

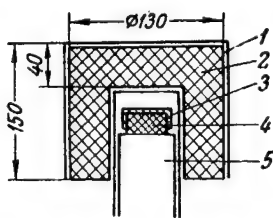


Рис. 1. Схема детектора нейтронов (размеры даны в миллиметрах).  
1—свинцовый чехол; 2—парафиновый блок; 3—кадмиевый колпачок; 4—сцинтиллятор; 5—фотоумножитель.

На рис. 1. приведено схематическое изображение детектора нейтронов. Нейтроны от импульсного источника, попадая в парафиновый блок, замедляются, а затем захватываются водородом. При разумном выборе

размеров парафинового блока большинство замедлившихся в парафине нейтронов будет захвачено. Возникающие при этом  $\gamma$ -лучи регистрируются сцинтилляционным счетчиком. Время жизни тепловых нейтронов в парафине составляет  $\sim 200$  мксек. Поэтому вместо того, чтобы фиксировать группу нейтронов в течение короткого времени, равного длительности импульса (0,1—1,0 мксек), детектор с парафиновым блоком позволяет затянуть регистрацию на 100—300 мксек, что значительно снижает требования к разрешающей способности радиотехнической аппаратуры. Кроме того, такой детектор обладает малой чувствительностью к первоначальному спектру нейтронов.

Импульсы от сцинтилляционного счетчика подаются на усилитель с верхней границей полосы пропускания  $\sim 3$  МГц, а затем на катод электронно-лучевой трубки осциллографа. В наших опытах применялся осциллограф со спиральной разверткой, представлявший собой стандартный измеритель времени типа ИВ-13М, в схему которого были внесены простые изменения. Использование такого осциллографа очень удобно, так как длительность его развертки, составляющая 250—300 мксек, соответствует среднему времени жизни нейтронов в парафине.

Запуск развертки осциллографа синхронизован с работой импульсного источника нейтронов с точностью до 10 мксек.

Импульсы, приходящие на катод электронно-лучевой трубки, гасят луч на время, равное ширине импульса на уровне порога записи ( $\sim 15$  е). Таким образом, приход импульсов фиксируется по разрывам развертки. Яркая модуляция луча, вызываемая импульсами достаточной амплитуды, позволяет получать четкую картину записи.

Если детектор регистрирует слишком большое число нейтронов, то вследствие наложений могут быть погашены значительные участки спирали. Получающиеся «разрывы» затрудняют обработку осциллограмм. Для уменьшения наложений желательно иметь достаточно узкие гасящие импульсы. В наших опытах на катод электронно-лучевой трубки подавались импульсы, ширина которых на уровне порога записи не превышала  $0,2 \div 0,4$  мксек. Это позволяло надежно расшифровывать осциллограммы с записью до 300 отдельных импульсов нейтронов. Дальнейшее сужение импульсов становится нежелатель-

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ КРАТКОВРЕМЕННЫХ ИМПУЛЬСОВ БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ

ным вследствие малой длины внутренних витков спирали. На рис. 2 приведен образец записи, полученной при облучении детектора нейтронным импульсом.

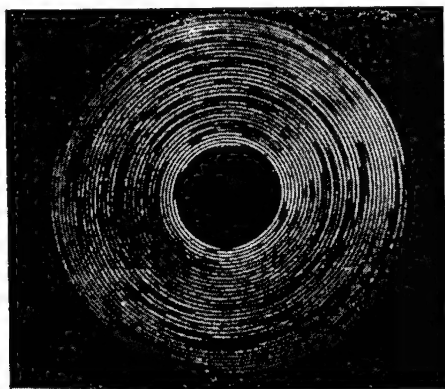


Рис. 2. Образец записи нейтронного импульса, полученный методом «затянутой регистрации».

Помимо осциллографической записи, регистрация импульсов от детектора может производиться пересчетным устройством

Из самого принципа метода «затянутой регистрации» следует, что он нечувствителен к  $\gamma$ -излучению, а также всякого рода электромагнитным и другим помехам, присутствующим во время нейтронного импульса. Кроме того, он позволяет определять момент появления нейтронного импульса, поскольку всегда имеются нейтроны, попадающие в сцинтиллятор без предварительного замедления. При этом если в качестве осциллографа использовать измеритель времени типа ИВ-22, точность определения момента появления импульса может быть доведена до 0,03 мксек.

## Эффективность детектора

Эффективность детектора нейтронов, основанного на методе затянутой регистрации, определялась для следующих сцинтилляторов: стильбена, нафталина с антраценом, иодистого натрия и иодистого цезия, активированных таллием. Все кристаллы имели одинаковые размеры: диаметр 35 мм, высота 20 мм.

Схема опыта показана на рис. 3.

При калибровке детектора источником нейтронов служила импульсная ускорительная

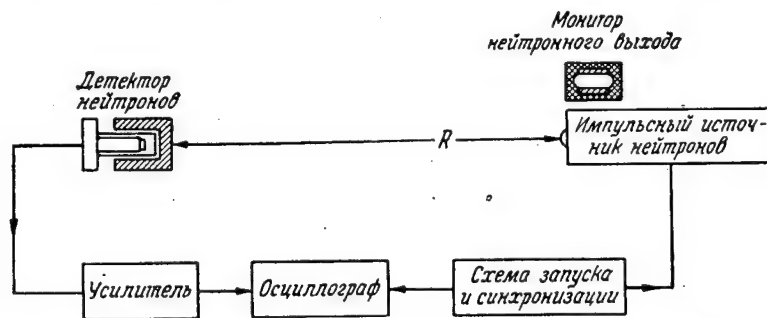
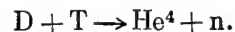


Рис. 3. Схема опыта по определению эффективности детектора.

с большой скоростью счета. При этом пересчетное устройство должно запускаться лишь на время регистрации нейтронного импульса синхронно с последним. Это позволяет практически исключить регистрацию импульсов, обусловленных собственным фоном сцинтилляционного счетчика.

Применение пересчетных устройств с разрешающим временем 0,2÷0,3 мксек позволяет сохранить высокое разрешение, свойственное осциллографу, значительно упрощая при этом обработку результатов.

трубка с длительностью импульса ~ 1 мксек. Нейтроны получались по реакции



Монитором нейтронного выхода являлся  $\beta$ -счетчик, окруженный серебряной фольгой и помещенный в парафиновый блок. Выход нейтронов измерялся по степени активации серебра. Бета-счетчик был предварительно прокалиброван на статической ускорительной трубке.

Для устранения влияния рентгеновского



В. М. ГОРБАЧЕВ, Ю. С. ЗАМЯТНИН

излучения источника нейтронов детектор экранировался свинцовым чехлом. Настройка детектора производилась по  $\gamma$ -лучам радиоактивного кобальта. Собственный фон сцинтилляционного счетчика был достаточно низок, так что обусловленные им импульсы на осциллограммах фактически отсутствовали.

Для повышения эффективности регистрации замедлившихся нейтронов на кристаллы сцинтилляционных счетчиков надевались кадмиевые колпачки. Вследствие увеличения числа  $\gamma$ -квантов, возникающих при захвате теплового нейтрона кадмием\*), а также из-за большей вероятности регистрации этих  $\gamma$ -лучей эффективность детектора увеличивалась примерно в два раза.

Однако следует отметить, что в случае окружения кадмием сцинтилляторов больших размеров ( $\sim 100 \text{ см}^3$ ) роль кадмиевого поглотителя несколько уменьшается из-за экранирования объема сцинтиллятора от тепловых нейтронов, которые могут захватываться в сцинтилляторе.

Результаты определения эффективности приведены в таблице.

Кристалл	Полный нейтронный выход за время измерений, $N$	Число импульсов, зарегистрированных детектором, $n$	Поток нейтронов на $1 \text{ см}^2$ , дающий 1 импульс в детекторе $\frac{N}{4\pi R^2 n}$	Относительная эффективность
Стильбен . . . .	$26,8 \cdot 10^7$	603	1,57	1,00
Нафталин . . . .	$22,2 \cdot 10^7$	579	1,35	1,16
NaJ . . . . .	$16,8 \cdot 10^7$	1016	0,58	2,60
CsJ . . . . .	$16,0 \cdot 10^7$	1464	0,38	4,12

Как видно из таблицы, наиболее высокой эффективностью обладают детекторы, в которых применялись неорганические сцинтилляторы NaJ и особенно CsJ. Это свидетельствует о том, что основную роль в предлагаемом методе играет регистрация  $\gamma$ -лучей, возникающих при прохождении нейтронов через детектор.

Увеличение эффективности регистрирующей установки может быть достигнуто путем изготовления блоков из нескольких сцинтилляционных счетчиков, включенных параллельно. При этом достигается порог чувстви-

тельности установки, регистрирующей нейтроны, порядка  $0,05-0,1 \text{ нейтр/см}^2$ .

Следует отметить, что на эффективность детектора влияют размеры парафинового замедлителя, присутствие различных рассеивателей вблизи источника нейтронов и детектора, а также начальная энергия нейтронов. Все эти эффекты необходимо учитывать при конкретной постановке экспериментов.

#### Распределение импульсов детектора во времени

Авторы рассмотрели распределение импульсов во времени, регистрируемых детектором из пяти параллельно включенных сцинтилляционных счетчиков (фотоумножители ФЭУ-19М с кристаллами стильбена). Для этого подсчитывалось число импульсов на каждом витке спиральной развертки (длительность одного витка составляет  $10 \text{ мксек}$ ).

Результаты опыта приведены на рис. 4.

Прямая линия указывает на то, что распределение импульсов детектора во времени экспоненциально. Значение среднего времени

жизни нейтрона, определенное по наклону прямой, оказалось равным  $\lambda = 190 \text{ мксек}$ .

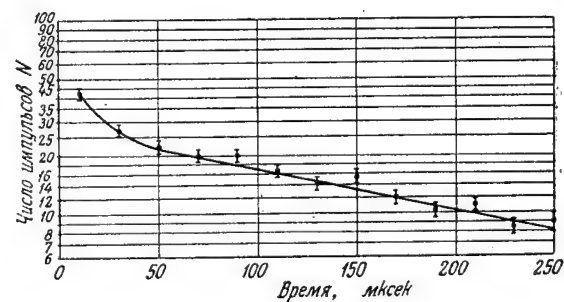


Рис. 4. Распределение импульсов детектора во времени.

\*) Среднее число  $\gamma$ -квантов, возникающих при захвате теплового нейтрона кадмием, равно  $4,1$  [3].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ КРАТКОВРЕМЕННЫХ ИМПУЛЬСОВ БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ

Полученное значение  $\lambda$  удовлетворительно совпадает с общепринятым значением времени диффузии нейтронов в парафине. Некоторое занижение может быть, по-видимому, объяснено дополнительным поглощением замедлившихся нейтронов кадмием. Полученные результаты свидетельствуют также о том, что основной вклад в процесс регистрации вносится  $\gamma$ -лучами, образующимися при захвате тепловых нейтронов водородом парафина. Подъем в начальной части кривой,

по-видимому, обусловлен регистрацией быстрых нейтронов.

Измерение распределения импульсов детектора во времени является удобным способом контроля правильности работы детектора.

Авторы выражают свою благодарность доктору физико-математических наук В. А. Давиденко за ценное обсуждение и интерес к работе.

Поступила в редакцию 15 III 1957 г.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. А. И. Веретенников, Диссертация, 1955 г.
2. Н. А. Власов, Нейтроны, Гостехиздат, 1955 г.
3. С. О. Muehlhaue, Phys. Rev. **79**, 277 (1950).

## Угловое распределение упруго и неупруго рассеянных нейтронов с энергией 2,34 Мэв на ядрах хрома, железа и свинца\*)

О. А. Сальников

Получены спектры нейтронов, рассеянных ядрами хрома, железа и свинца с начальной энергией  $E_0 = 2,34$  Мэв, и измерены дифференциальные сечения упругого и неупругого рассеяния для этих элементов в интервале углов от 30 до 135°. Источником нейтронов служила реакция  $D(d, n)He^3$  при энергии падающих дейтронов 1 Мэв и угле вылета нейтронов 110°. В качестве детектора-спектрометра и монитора прямого потока использовалась ядерная фотоэмульсия. Рассеиватели имели форму шара диаметром 2,8 см. При расчете сечения упругого и неупругого рассеяния вводилась поправка на ослабление прямого потока в рассеивателе вследствие самоэкранирования и на многократное рассеяние. Угловое распределение нейтронов, неупруго рассеянных ядрами хрома и железа, а также ядрами свинца с возбуждением уровня, энергия которого равна 0,53 Мэв, оказалось изотропным в пределах точности эксперимента. Неупругое рассеяние на ядрах свинца, происходящее с возбуждением уровней с энергией 0,805 и 0,890 Мэв, нельзя считать изотропным.

### Метод измерения и аппаратура

Источником нейтронов являлась реакция  $D(d, n)He^3$  при энергии падающих дейтронов  $E_d = 1$  Мэв. В качестве мишени использовался лед, в котором водород был замещен дейтерием. Для получения наименьшего разброса по энергии в первичном пучке нейтронов рассеиватель облучался нейтронами, вылетающими из мишени под углом 110° к направлению потоку дейтронов.

При этих условиях энергия нейтронов прямого потока  $E_0$  была равна 2,34 Мэв.

Спектр нейтронов прямого потока изображен на рис. 1.

В качестве детектора-спектрометра рассеянных нейтронов и монитора прямого потока использовалась ядерная фотоэмульсия «Илфорд С-2» толщиной в 200 мк, регистрировавшая рассеянные нейтроны по протонам отдачи. Соотношение между пробегом и энер-

гией протонов отдачи для этой эмульсии известно в широкой области энергий.

Для коллимирования пучка нейтронов, падающих на рассеиватель, и защиты фотопластинок от прямого потока нейтронов мишень помещалась в полость большого бака с водой, каналы которого служили коллиматорами. Помещение мишени в бак уменьшало также фон от нейтронов, рассеянных окружающими предметами.

Схема эксперимента показана на рис. 2. Рассеиватели изготовлялись из литого металла в виде шаров диаметром 2,8 см. Расстояния между центрами рассеивателей и центрами фотопластинок равнялись 8 см. Рассеиватели помещались на расстоянии 57 см от мишени. Такая геометрия опыта обеспечивала угловое разрешение  $\pm 10^\circ$ .

При просмотре пластинок считались треки, горизонтальная проекция которых имела угол с осью проекции не больше  $10^\circ$  (ось проекции — линия, соединяющая центр рассеивателя с центром пластинки), а вертикальная проекция не превышала 0,1 его длины. После учета усадки проявленной

\*) Работа была выполнена в течение 1953—1955 гг.; результаты сообщены частично на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии в Женеве, 1955 г.

## УГЛОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГО И НЕУПРУГО РАССЕЯННЫХ НЕЙТРОНОВ

эмульсии это соответствует максимальному вертикальному углу, равному  $14^{\circ}30'$ .

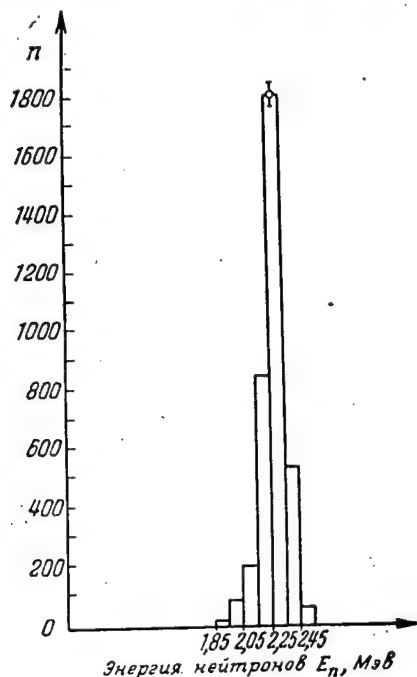


Рис. 1. Спектр нейтронов прямого потока.

Интервалы энергий, в которых суммировались треки при построении гистограмм спектров протонов отдачи, были выбраны рав-

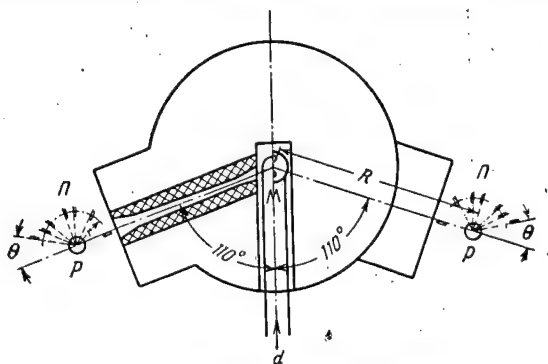


Рис. 2. Схема эксперимента.

$M$ —мишень;  $P$ —рассеиватель;  $\Pi$ —фотопластинки;  $\theta$ —угол рассеяния;  $R$ —расстояние от мишени до рассеивателя;  $r$ —расстояние от рассеивателя до фотопластинки;  $d$ —пучок дейтронов.

ными 100 кэв. При построении гистограмм делался пересчет для приведения эффекта

и фона к одинаковому потоку нейтронов и к одинаковому объему эмульсии.

Энергия регистрируемого нейтрона связана с энергией протона отдачи соотношением

$$E_n = \frac{E_p}{\cos^2 \gamma},$$

где  $E_n$ —энергия нейтрона;  $E_p$ —энергия протона отдачи;  $\gamma$ —угол между направлением движения нейтрона и направлением трека протона отдачи;  $\overline{\cos^2 \gamma}$ —средний квадрат косинуса  $\gamma$ . При выбранной геометрии и указанных максимальных значениях горизонтального и вертикального углов  $\overline{\cos^2 \gamma} = 0,94$ .

Сечения упругого и неупругого рассеяния нейтронов на ядрах хрома, железа и свинца были вычислены с учетом различия в эффективности регистрации рассеянных нейтронов и нейтронов прямого потока.

При расчете сечения упругого рассеяния делалась поправка на ослабление прямого потока в рассеивателе вследствие самоэкранирования. Многократное рассеяние учитывалось по методу, предложенному Блоком и Джонкером [1] и усовершенствованному Мейером и сотрудниками [2].

Были вычислены поправки на дву- и трехкратное рассеяние. При расчете сечения неупругого рассеяния учитывалось ослабление прямого потока только из-за неупругого рассеяния, ввиду того что при упругом соударении энергия нейтронов и их средний путь в рассеивателе почти не меняются. Многократным неупругим рассеянием можно пренебречь, так как второе неупругое соударение становится маловероятным из-за уменьшения сечения неупругого рассеяния нейтронов, испытавших неупругие соударения.

### Результаты

На гистограммах спектров протонов отдачи от нейтронов, рассеянных ядрами хрома, железа и свинца, видны отдельные группы, хорошо разрешенные по энергии. Наиболее типичные гистограммы приведены на рис. 3, 4, 5.

Группы протонов с наибольшей энергией (2,3 Мэв) вызваны упруго рассеянными нейтронами. Остальные группы протонов являются протонами отдачи от нейтронов, рассеянных с возбуждением отдельных уровней ядер хрома, железа и свинца.

О. А. САЛЬНИКОВ

У железа эти нейтроны имеют среднюю энергию  $1,5 \text{ Мэв}$ , что соответствует уровню  $0,85 \text{ Мэв}$ . У хрома неупруго рассеянные нейтроны имеют среднюю энергию  $0,9 \text{ Мэв}$ , энергия уровня равна  $1,44 \text{ Мэв}$ . У свинца имеются две группы неупруго рассеянных нейтронов: одна—с энергией  $1,8 \text{ Мэв}$ —соответствует рассеянию с возбуждением уровня,

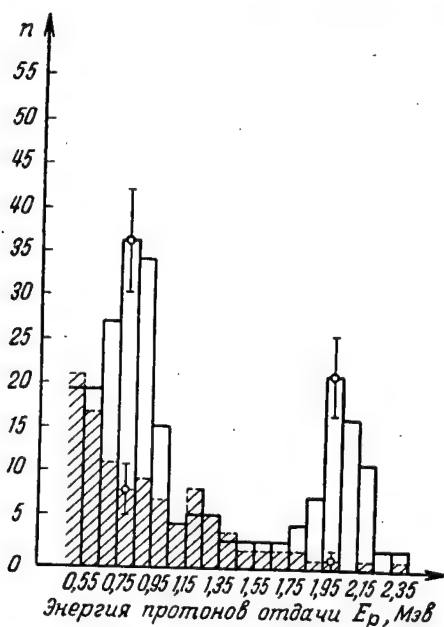


Рис. 3. Спектр протонов отдачи от нейтронов, рассеянных ядрами хрома под углом  $90^\circ$ . Штрихованные участки показывают величину фона рассеянных нейтронов.

энергий которого  $0,53 \text{ Мэв}$ , другая—со средней энергией  $1,5 \text{ Мэв}$ —соответствует рассеянию с возбуждением неразделенных в этой работе уровней, энергия которых  $0,805$  и  $0,890 \text{ Мэв}$ .

На некоторых гистограммах появляется еще четвертая, очень слабо выраженная группа нейтронов (с энергией  $1,2 \text{ Мэв}$ ), которая соответствует энергии уровня в  $1,1 \text{ Мэв}$ .

Дифференциальные сечения упругого рассеяния нейтронов с начальной энергией  $2,34 \text{ Мэв}$  для хрома, железа и свинца приведены в таблице (см. стр. 109).

Угловое распределение нейтронов с энергией  $2,34 \text{ Мэв}$ , неупруго рассеянных ядрами хрома, железа и свинца, приведено на рис. 6 и 7.

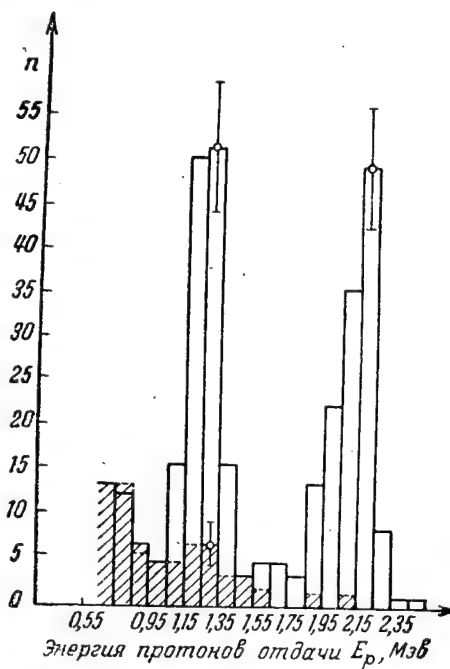


Рис. 4. Спектр протонов отдачи от нейтронов, рассеянных ядрами железа под углом  $90^\circ$ . Штрихованные участки показывают величину фона рассеянных нейтронов.

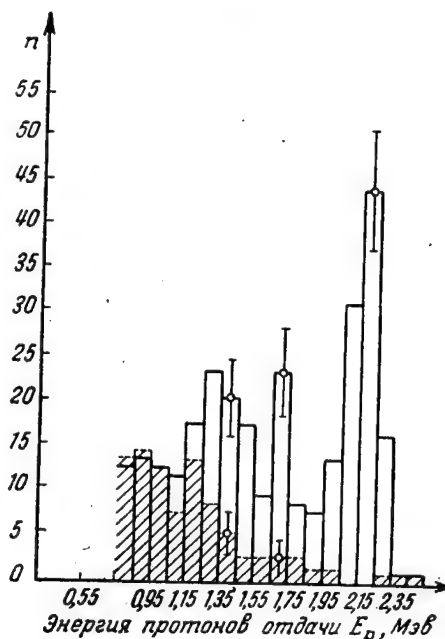


Рис. 5. Спектр протонов отдачи от нейтронов, рассеянных ядрами свинца под углом  $90^\circ$ . Штрихованные участки показывают величину фона рассеянных нейтронов.

## УГЛОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГО И НЕУПРУГО РАССЕЯННЫХ НЕЙТРОНОВ

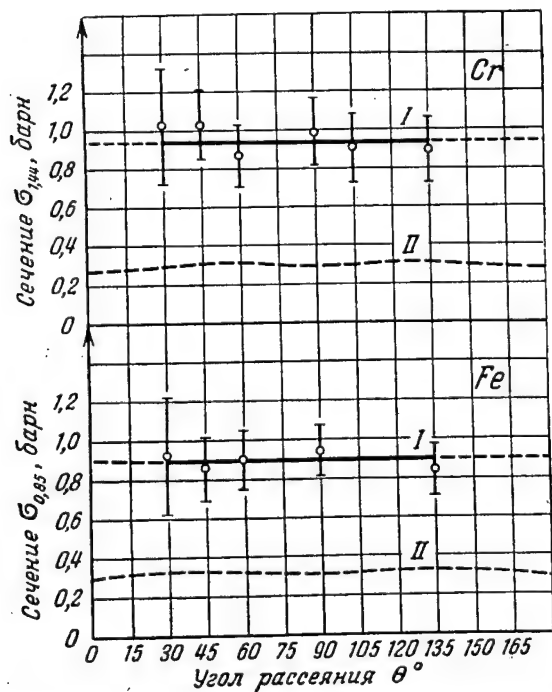
Сечения упругого рассеяния  
(в барнах)

Угол Эле- мент	30°	45°	60°
Хром . .	10,2±1,1	6,3±0,5	1,9±0,3
Железо . .	6,2±0,8	2,9±0,3	1,4±0,2
Свинец . .	20,4±1,7	7,7±0,7	2,6±0,4

Угол Эле- мент	90°	105°	135°
Хром . .	1,3±0,1	1,8±0,2	1,6±0,2
Железо . .	2,0±0,3	—	1,4±0,2
Свинец . .	4,3±0,5	3,6±0,4	2,4±0,2

Примечание. Все сечения рассчитаны на телесный угол  $4\pi$ .

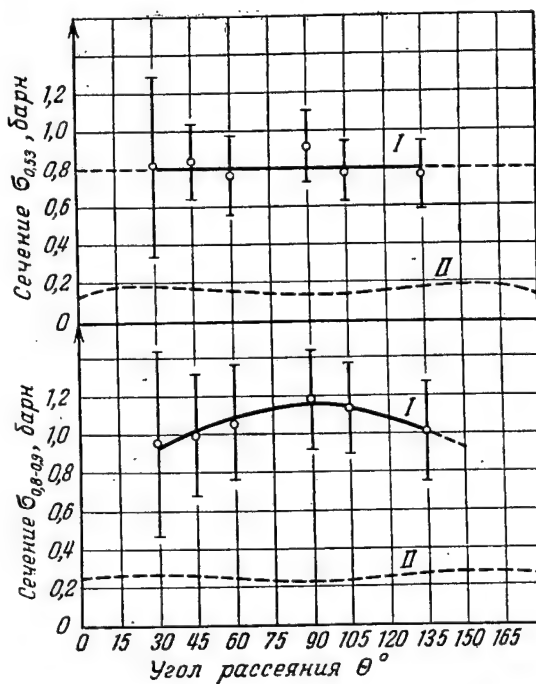
Рис. 6. Сечение неупругого рассеяния нейтронов с энергией 2,34 Мэв на ядрах хрома и железа. Все сечения рассчитаны на  $4\pi$ .

I—данные эксперимента; II—расчетная кривая.

Полные сечения неупругого рассеяния для хрома и железа имеют следующие значения:

для хрома  $\sigma_{in} = 0,93 \pm 0,08$  барн;

для железа  $\sigma_{in} = 0,90 \pm 0,07$  барн.

Рис. 7. Сечение неупругого рассеяния нейтронов с энергией 2,34 Мэв на ядрах свинца. Все сечения рассчитаны на  $4\pi$ .

I—данные эксперимента; II—расчетная кривая.

Полное сечение неупругого рассеяния с возбуждением уровня свинца, энергия которого равна 0,53 Мэв, имеет величину  $\sigma_{in}^{0,53} = 0,80 \pm 0,08$  барн.

Рассеяние с возбуждением неразделенных уровней свинца (энергия которых 0,805—0,890 Мэв), по нашему мнению, нельзя считать изотропным. Полное сечение неупругого рассеяния с возбуждением этих уровней свинца равно  $\sigma_{in}^{0,8-0,89} = 1,08 \pm 0,10$  барн.

## Обсуждение результатов

Все выделенные на гистограммах группы нейтронов соответствуют хорошо известным уровням данных элементов.

Для свинца известен еще уровень с энергией 1,74 Мэв, но, по-видимому, при начальной энергии нейтронов 2,34 Мэв он воз-



О. А. САЛЬНИКОВ

буждается слабо. Энергия нейтронов, рассеянных с возбуждением этого уровня, недостаточна для надежной регистрации в фотоэмульсии.

Результаты измерения дифференциальных сечений упруго рассеянных нейтронов на ядрах железа и свинца, полученные в настоящей работе, совпадают в пределах ошибок измерений с данными работы [3].

Результаты измерения дифференциальных сечений упруго рассеянных нейтронов на ядрах хрома публикуются впервые. Полные сечения, полученные суммированием полных сечений неупругого и упругого рассеяния, сравнивались с полными сечениями, измеренными методом пропускания [4]. Результаты совпали в пределах ошибок измерений.

Как видно из рис. 6, неупругое рассеяние для хрома и железа изотропно в пределах точности измерения. Кранберг и Левин [5] обнаружили небольшую анизотропию неупругого рассеяния на железе. Наши точки очень хорошо ложатся на кривую, предложенную этими авторами, однако ошибки эксперимента не позволяют сделать вывод об анизотропии неупругого рассеяния на железе.

Данные по угловому распределению неупруго рассеянных нейтронов на ядрах хрома отсутствуют. Нет также данных по угловому распределению неупруго рассеянных нейтронов на свинце, за исключением двух точек, полученных в работе Юровой [6]. Неупругое рассеяние с возбуждением уровня свинца, энергия которого равна 0,53 Мэв, изотропно в пределах ошибок измерения. Полученная величина сечения неупругого рассеяния для этого уровня кажется завышенной, так как в результате пересчета на изотоп свинца  $Pb^{207}$ , к которому относят этот уровень, сечение получается равным  $3,8 \pm 0,4$  барн. Но этот результат подтверждается данными других авторов.

Бондаренко [7] с помощью порогового детектора—камеры деления с  $U^{238}$ —измерил сечение неупругого рассеяния на свинце нейтронов с энергией 2,5 Мэв. Эффективный порог деления  $U^{238}$  равен 1,35 Мэв. Он получил  $\sigma_{in} = 0,52 \pm 0,15$  барн.

Для той же энергии с пороговым детектором, использующим реакцию  $P^{31}(n, p) Si^{31}$ , Пасечник [8] получил величину сечения  $\sigma_{in} = 1,69 \pm 0,32$  барн. Эффективный порог  $(n, p)$  реакции на фосфоре равен 1,7 Мэв. Рост се-

чения можно объяснить только наличием уровней с большими сечениями в интервале, на который отличаются эффективные пороги этих детекторов, т. е. уровней с энергиями 0,53 и 0,805—0,890 Мэв. Особенно велико влияние уровня 0,53 Мэв, так как одним детектором—камерой с  $U^{238}$ —он почти не замечается, а другим— $P^{31}(n, p) Si^{31}$ —фиксируется полностью.

По-видимому, такое аномально большое сечение неупругого рассеяния можно объяснить большой вероятностью образования магического по нейтронам и протонам составного ядра  $Pb^{208}$ . Что касается неразделенных уровней с энергией 0,805—0,890 Мэв, то из рис. 7 видно, что дифференциальные сечения неупругого рассеяния для этих уровней ложатся на плавную кривую, симметричную относительно  $90^\circ$ . Правда, анизотропия меньше, чем ошибка эксперимента, но плавный ход изменения сечения неупругого рассеяния и совпадение наших данных с данными работы Юровой [6] (для измеренных углов  $40^\circ$  и  $100^\circ$ ) подтверждают анизотропию.

Сечения неупругого рассеяния нейтронов сравнивались с дифференциальными сечениями, вычисленными на основании теории Хойзера и Фешбаха [9]. При вычислении использовалась оптическая модель Портера, Фешбаха и Вайскопфа [10]. При расчете использовался потенциал вида:

$$U(r) = -V_0(1 + i\xi) \text{ для } r < a, \\ U(r) = 0 \text{ для } r > a,$$

где  $a = 1,45 A^{1/3} 10^{-13}$  см — радиус ядра;  $V_0 = 42$  Мэв;  $\xi = 0,03$ .

Такой выбор параметров потенциальной ямы обеспечивал наилучшее совпадение полных сечений, полученных экспериментально и вычисленных теоретически.

Как видно из рис. 6 и 7, все измеренные сечения неупругого рассеяния в 3—10 раз больше вычисленных. Это расхождение объясняется формой принятого потенциала и малой величиной  $\xi$ .

Угловое распределение неупруго рассеянных нейтронов, предсказанное теорией, мало отличается от изотропного. Это не противоречит результатам данной работы, за исключением неупругого рассеяния для уровня свинца с энергией 0,805—0,890 Мэв. Вероятно, это происходит из-за неприменимости статистической теории к составному ядру  $Pb^{207}$  ( $Pb^{208} + n$ ).

УГЛОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УПРУГО И НЕУПРУГО РАССЕЯННЫХ НЕЙТРОНОВ

К составному ядру  $Pb^{208}$  статистическая теория, вероятно, применима, так как оно возбуждается значительно сильнее, чем составное ядро  $Pb^{207}$ .

Автор выражает благодарность действительному члену АН УССР А. И. Лейпун-

скому за постоянный интерес к работе и кандидатам физико-математических наук О. Д. Казачковскому и И. И. Бондаренко за ценное обсуждение результатов работы.

Поступила в редакцию 13 II 1957 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Blok, C. Jonker, Physica 18, 809 (1952).
2. R. Meier, P. Scherrer, G. Trumpy, Helv. Phys. Acta 27, 577 (1954).
3. M. Walt, Proceedings of the International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva, 1955, vol. 2, U. N., N. Y., 1956, p. 18.
4. D. J. Hughes, J. A. Harvey, Neutron Cross Sections, Mc Graw-Hill Comp., 1955.
5. L. Cranberg, J. Levin, Phys. Rev. 103, 343 (1956).
6. Л. Н. Юрова, Частное сообщение.
7. И. И. Бондаренко, Частное сообщение.
8. М. В. Пасечник, Физические исследования (Доклады советской делегации на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии). Изд. АН СССР, 1955, стр. 319.
9. W. Hauser, H. Feshbach, Phys. Rev. 87, 366 (1952).
10. H. Feshbach, C. Porter, V. Weisskopf, Phys. Rev. 96, 448 (1954).

## Спектральный количественный анализ изотопного состава газообразных смесей водорода, дейтерия и трития

М. Н. Оганов, А. Р. Стриганов

Проведены подробные исследования градуировочного графика в интервале концентраций от 0,7 до 97%  $H_2$  в  $D_2$ . Полученные результаты хорошо согласуются с теорией. Показана возможность изотопного анализа трития на примеси водорода и дейтерия. Исследована зависимость относительной интенсивности изотопических линий от давления в разрядной трубке.

Попытки применить спектральный метод для количественного анализа газообразных смесей изотопов водорода предпринимались уже давно. Однако лишь в 1952 г. были опубликованы обстоятельные исследования по этому вопросу. Бройда и др. [1] разработали фотоэлектрический метод спектрального анализа газообразных смесей водорода и дейтерия в интервале концентраций 85—99% дейтерия\*). В это же время независимо от упомянутых авторов Вейнбергом и др. [3], а также нами были разработаны фотографические методы спектрального анализа для более широкого интервала концентраций. Наши исследования проводились на смесях легкого водорода и дейтерия, а затем метод был применен для изотопного анализа трития.

### 1. Экспериментальная установка

В качестве спектрального прибора был использован трехпризменный стеклянный спектрограф ИСП-51 с автоколлимационной камерой УФ-85 ( $F=1300$  мм). Дисперсия этого прибора в области  $6500 \text{ \AA}$  равна примерно  $9,5 \text{ \AA/мм}$ , что оказалось вполне достаточным для разрешения изотопических линий  $H_\alpha$  и  $D_\alpha$ . При этом линии  $D_\alpha$  и  $T_\alpha$  раз-

решаются не полностью, однако выполнение изотопных анализов смесей дейтерий—тритий при помощи спектрографа ИСП-51 оказалось возможным. Для освещения щели применялся конденсор с  $f=1200$  мм, расположение которого соответствовало резкому изображению источника света на объективе спектрографа. Для сравнения линий, сильно различающихся по интенсивности, был использован платиновый трехступенчатый ослабитель пропускаемостью в области  $6500 \text{ \AA}$  100; 46,2 и 11,8% (обозначим эти ступеньки через 1, 2, 3). В некоторых случаях против одной из линий перед фотопластинкой устанавливался добавочный желатиновый фильтр пропускаемостью 25,8%.

Источником света служила кварцевая разрядная трубка с капилляром длиной 50 мм и диаметром 1—1,5 мм. Свечение возбуждалось безэлектродным высокочастотным разрядом от генератора мощностью 800 вт и частотой 10 мГц. Сила тока в разрядной трубке составляла 400 ма. Контур связи настраивался в резонанс с генератором при помощи переменной емкости.

Эталонные газообразные смеси водорода с дейтерием готовились в специальной вакуумной установке по принципу парциальных давлений при постоянном объеме. Схема установки дана на рис. 1. Она состоит из смесителя 1 с большим масляным U-образным

\*) Эта работа подробно рассмотрена в обзоре Стриганова [2].

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ГАЗООБРАЗНЫХ СМЕСЕЙ

манометром 2, двух палладиевых трубок 3, 4 для очистки водорода и дейтерия, ртутного U-образного манометра 5 для измерения давления водорода, электролизера 6, 7, 8 для получения дейтерия из тяжелой воды, баллона с обычным водородом 9, ловушек

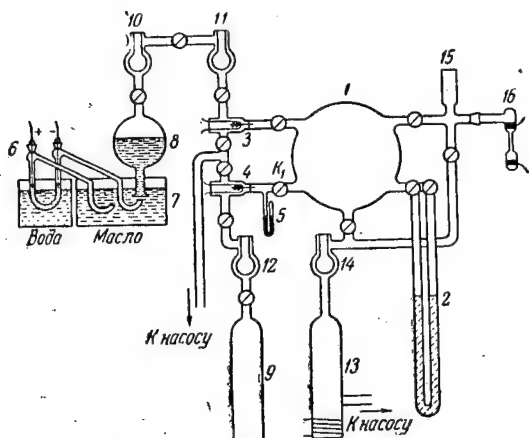


Рис. 1. Схема вакуумной установки для составления эталонов.

с жидким азотом 10, 11, 12 для улавливания паров воды, диффузионного насоса 13 с ловушкой 14, термопарной лампы 15 и кварцевой разрядной трубки 16.

## 2. Составление эталонов

Дейтерий для эталонов собирался в газонакопителе 8 (см. рис. 1). Затем он последовательно пропусклся через две ловушки 10, 11, охлаждаемые жидким азотом. После этого газ поступал через палладиевую трубку в откачанный и обезгаженный смеситель 1, где давление газа измерялось манометром 2.

Водород поступал из баллона 9 через ловушку 12 и палладиевую трубку 4 в пространство перед краном  $k_1$ , где давление газа измерялось ртутным манометром 5. Впуск водорода в смеситель производился несколькими порциями до необходимого суммарного давления. После десятичасовой выдержки газовая смесь впускалась в разрядную трубку 16. Точность изготовления эталонов описываемым методом зависит от чистоты исходных газов и точности измерения парциальных давлений в смесителе.

Для получения газообразного дейтерия применялась тяжелая вода с концентрацией

$D_2O$  99,5%. В U-образную трубку 6 электролизера, охлаждаемую снаружи водой, помещалось около  $8\text{ см}^3$  10%-ного щелочного раствора тяжелой воды ( $LiOD$ ). Спектроскопическим путем [4] было установлено, что изотопный состав щелочного электролита точно соответствует изотопному составу тяжелой воды. Сосуд 7 и газонакопитель 8 заполнялись вакуумным вазелиновым маслом. Очистка дейтерия и водорода от паров воды осуществлялась при помощи ловушек с жидким азотом, в каждой из которых газ отстаивался не менее 20 минут. Для очистки от посторонних газов применялись палладиевые трубки, которые использовались также в качестве нагревателей.

Давление в смесителе измерялось при помощи масляного манометра длиной в 1000 мм с катетометрическим отсчетом и минусом, позволяющим проводить измерения с точностью  $\pm 0,1\text{ мм}$ . Специальные опыты показали, что масляный манометр практически не искажает изотопного состава анализируемых проб.

Поскольку эталонные пробы составлялись по парциальным давлениям водорода и дейтерия ( $P_H$  и  $P_D$ ), атомную концентрацию водорода в дейтерии можно выразить следующим образом:

$$C_H = \frac{P_H}{P_H + P_D} \cdot 100. \quad (1)$$

Относительная погрешность изготовления пробы будет равна

$$\frac{\Delta C_H}{C_H} = \frac{\Delta P_H}{P_H} + \frac{\Delta P_H + \Delta P_D}{P_H + P_D}. \quad (2)$$

Так как давление измерялось одним и тем же манометром, то  $\Delta P_H = \Delta P_D$  и, следовательно,

$$\frac{\Delta C_H}{C_H} = \frac{\Delta P_H}{P_H} + \frac{2\Delta P_H}{P_H + P_D}. \quad (3)$$

Для малых концентраций (до 10%) при  $P_H \ll P_D$

$$\frac{\Delta C_H}{C_H} \approx \frac{\Delta P_H}{P_H}, \quad (4)$$

среди средних концентраций (10–90%) при  $P_H \approx P_D$

$$\frac{\Delta C_H}{C_H} \approx \frac{2\Delta P_H}{P_H}. \quad (5)$$

М. Н. ОГАНОВ, А. Р. СТРИГАНОВ

Отсюда следует, что при изготовлении эталонов с небольшой концентрацией  $H_2$  относительная погрешность  $\frac{\Delta P_H}{P_H}$  при измерении давлений не должна превышать заданной относительной погрешности изготовления эталонов  $\frac{\Delta C_H}{C_H}$ , а в случае средних концентраций — должна быть в два раза меньше.

Зная абсолютную погрешность при измерении давления, можно найти то наименьшее давление (в миллиметрах масляного столба), при котором достигается заданная точность изготовления эталонов. Согласно формулам (4) и (5):

$$\text{для малых концентраций } P_H = \frac{\Delta P_H}{\frac{\Delta C_H}{C_H}}, \quad (6)$$

$$\text{для средних концентраций } P_H = \frac{2\Delta P_H}{\frac{\Delta C_H}{C_H}}. \quad (7)$$

Другая составляющая вычисляется по формуле, полученной из выражения (1),

$$P_D = \frac{100 - C_H}{C_H} P_H. \quad (8)$$

При расчете эталонов необходимо руководствоваться следующими требованиями к точности их изготовления в зависимости от концентрации (см. табл. 1).

Таблица 1

Концентрация $H_2$ , % . . . .	1	5	10	20	30	50	70	80
Допустимая погрешность изготовления $\frac{\Delta C_H}{C_H}$ , % . . . .	2	1	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1

Отметим, что расчетные данные при составлении эталонных газовых смесей имеют лишь ориентировочный характер, так как при напуске в смеситель дейтерия и водорода практически трудно добиться точно заданных давлений. Поэтому процентное содержание компонентов в эталоне следует пересчитать по формуле (1) на основании фактически полученных давлений для  $H_2$  и  $D_2$ .

Установка дает возможность пользоваться значительно большими давлениями, что соответственно повышает точность изготовления эталонов. Составление эталонных смесей при больших давлениях исключает влияние абсорбированных газов в стенках смесителя.

### 3. Выбор спектральной линии

Наиболее подходящей для изотопного анализа является линия серии Бальмера  $H_\alpha$  (6562,79 Å), которая превосходит по интенсивности линию  $H_\gamma$  в 10 раз и в отличие от линии  $H_\beta$  расположена в области, где отсутствует молекулярный спектр. Недостатком этой линии является то, что она расположена в красной области спектра, где дисперсия призматических спектрографов сравнительно мала.

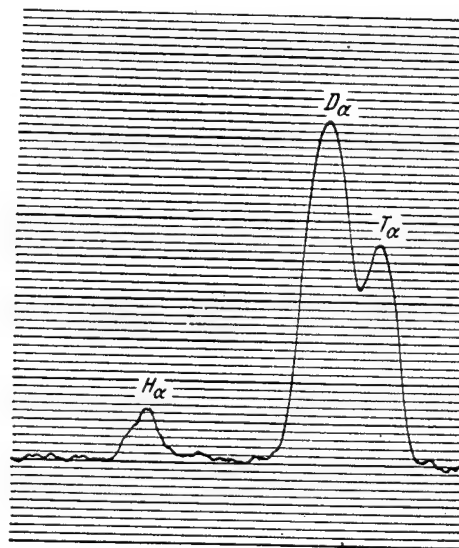


Рис. 2. Микрофотограмма линии  $H_\alpha$  трехкомпонентной пробы.

На рис. 2 приведена микрофотограмма изотопических линий  $H_\alpha$ ,  $D_\alpha$  и  $T_\alpha$ , представляющая собой результат фотометрирования трехизотопной пробы, спектр которой был сфотографирован при помощи автоколлимационного спектрографа ИСП-51. Из микрофотограммы видно, что линии  $H_\alpha$  и  $D_\alpha$  полностью разрешены, а контуры линий  $D_\alpha$  и  $T_\alpha$  частично перекрываются.

В случае спектрального анализа смесей  $D_2 + T_2$  лучше использовать прибор с боль-

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ГАЗООБРАЗНЫХ СМЕСЕЙ

шей дисперсией (порядка  $5\text{Å}/\text{мм}$ ). На рис. 3 в качестве примера разрешения изотопических линий при дисперсии в  $2,8\text{Å}/\text{мм}$  приведена линия  $\text{H}_\gamma$ . Верхний спектр соответствует чистому водороду, средний — смеси  $\text{H}_2 + \text{D}_2$

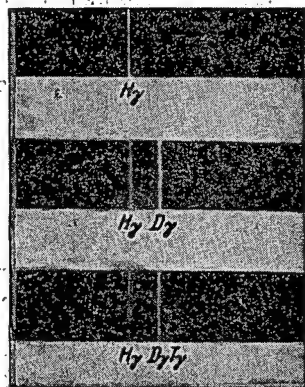


Рис. 3. Изотопическая структура линии  $\text{H}_\gamma$ .

и нижний —  $\text{H}_2 + \text{D}_2 + \text{T}_2$ . На рис. 4 дана микрофотограмма линии  $\text{H}_\gamma$  трехкомпонентной пробы, показывающая полное разрешение изотопических линий.

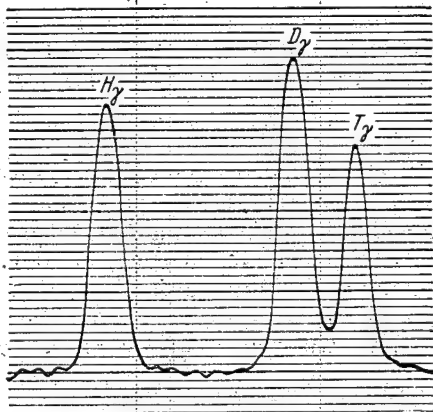


Рис. 4. Микрофотограмма линии  $\text{H}_\gamma$  трехкомпонентной пробы.

#### 4. Фотографирование и обработка спектров

Перед началом работы разрядная трубка была тщательно обезгажена сильным прогревом под вакуумом. После этого она несколько раз промывалась исследуемой смесью и пять

раз по 30 минут тренировалась разрядом. На рис. 5 показана эффективность тренировки разрядной трубки.

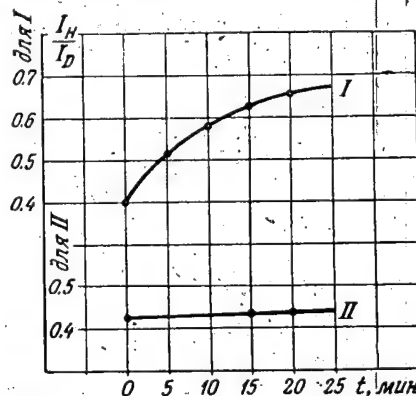


Рис. 5. Эффективность тренировки разрядной трубки.

I — изменение отношения интенсивностей линий в случае нетренированной трубки; II — изменение того же отношения в случае тренированной трубки.

При фотографировании спектров разрядная трубка наполнялась исследуемой газовой смесью до давления  $0,4\text{ мм рт. ст.}$  Для эталонных проб неоднократно фотографировались спектры от 5 порций газа. Для анализируемых проб использовались 3 порции газа. Разрядная трубка в процессе опытов охлаждалась струей воздуха. Фотографирование спектров проводилось на панхроматических фотопластинках. При средних концентрациях (20—80%) экспозиция составляла 3 секунды, при низких (1—20%) и высоких (80—95%) — достигала 6 секунд.

Величина  $\lg \frac{I_H}{I_D}$  при средних концентрациях определялась при помощи фотометрирования ступенек 1/1, при низких и высоких концентрациях использовались ступеньки 1/3 и 3/1. По данным фотометрирования изотопических линий  $\text{H}_\alpha$  и  $\text{D}_\alpha$  находилась величина

$$\lg \frac{I_H}{I_D} = \frac{W_H - W_D}{W}, \quad (9)$$

где  $W_H$  и  $W_D$  — величины преобразованных почернений линий  $\text{H}_\alpha$  и  $\text{D}_\alpha$ , определяемые при помощи микрофотометра. Фактор контрастности  $\gamma_H$  определялся по результатам фотометрирования ступенек 1/2 и 2/3 аналитических линий.



М. Н. ОГАНОВ, А. Р. СТРИГАНОВ

## 5. Градуировочный график

На рис. 6 представлен градуировочный график, построенный по 20 эталонным смесям  $H_2 + D_2$  и разбитый на четыре участка по областям концентраций. По оси абсцисс от-

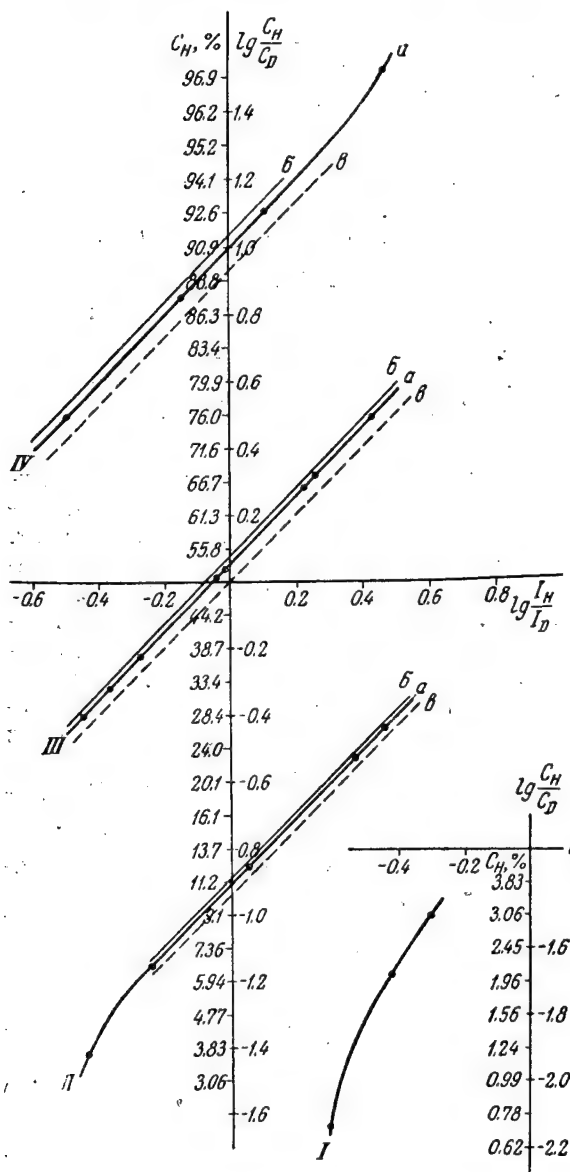


Рис. 6. Градуировочные графики.  
а — экспериментальный график для определения  $H_2$  в  $D_2$ ;  
б — вспомогательный график для определения  $H_2$  в  $T_2$ ;  
в — график, соответствующий выражению  $\frac{I_H}{I_D} = \frac{C_H}{C_D}$ .

ложены значения  $\lg \frac{I_H}{I_D}$ , по оси ординат —

$\lg \frac{C_H}{C_D}$ . Для перехода от приведенных концентраций  $C_H/C_D$  к обычным атомным концентрациям  $C_H$  на оси ординат можно нанести дополнительную шкалу  $C_H$  в процентах или составить вспомогательную таблицу. Для подобного перехода служит формула

$$C_H = \frac{\frac{C_H}{C_D} \cdot 100}{1 + \frac{C_H}{C_D}} \quad (10)$$

Кривая I охватывает самые низкие концентрации водорода (0,7—3,5%), она построена по ступенькам 1/1 с добавочным ослаблением линии дейтерия при помощи нейтрального фильтра пропускаемостью 25,8%. Кривые II, III и IV охватывают соответственно интервалы концентраций 3,5—25%, 25—75%; 75—97% и построены по ступенькам 1/3, 1/1, 3/1.

Если совместить три последних участка градуировочного графика, то в большом интервале концентраций (от 5 до 95%) градуировочный график будет представлять прямую линию, проходящую под углом  $44,6^\circ$  к оси концентраций, изогнутую на обоих концах (при концентрациях 5 и 95%  $H_2$ ) и смещенную влево от начала координат на отрезок  $\lg \frac{I_H}{I_D} = -0,055$ . Это смещение показывает, что

при  $C_H = C_D = 50\%$  интенсивность линий  $H_\alpha$  и  $D_\alpha$  не одинакова, т. е. при равном числе молекул  $H_2$  и  $D_2$  в разрядной трубке интенсивность линии водорода составляет 0,88 от интенсивности линии дейтерия. Равенство интенсивностей наступает при концентрации  $H_2$  53,3%, что соответствует приведенной относительной концентрации  $\frac{C_H}{C_D} = 1,13$ . Та-

ким образом, линии  $H_\alpha$  и  $D_\alpha$  становятся равноинтенсивными, когда число молекул водорода в смеси  $H_2 + D_2$  составляет 1,13 от числа молекул дейтерия.

Причина этих отступлений, по-видимому, объясняется различным доплеровским уширением линий  $H_\alpha$  и  $D_\alpha$  и различной энергией диссоциации молекул  $H_2$  и  $D_2$  (4,47 и 4,53 эв). Действительно, отношение интенсивностей изотопических линий  $H_\alpha$  и  $D_\alpha$  в максимуме

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ГАЗООБРАЗНЫХ СМЕСЕЙ

кривой распределения выражается формулой [5]

$$\frac{I_H}{I_D} = \frac{\alpha_H}{\alpha_D} \frac{C_H}{C_D} \sqrt{\frac{A_H}{A_D}}, \quad (11)$$

где  $\alpha_H$  и  $\alpha_D$  — коэффициенты пропорциональности, обусловленные физическими свойствами изотопов;  $\sqrt{\frac{A_H}{A_D}}$  — поправка на доплеровское уширение.

Для водорода и дейтерия величина

$$\sqrt{\frac{A_H}{A_D}} = 0,71.$$

Отсюда следует, что в результате доплеровского уширения нормальное отношение интенсивностей изотопических линий  $H_2$  и  $D_2$  будет уменьшаться в 0,71 раза. Для оценки коэффициента  $\frac{\alpha_H}{\alpha_D}$  необходимо учесть эффект, обусловленный различием энергии диссоциации молекул водорода и дейтерия. Энергия диссоциации у молекул водорода меньше, чем у молекул дейтерия, поэтому при неполной диссоциации в разрядной трубке диссоциированных молекул водорода будет больше. Число диссоциированных молекул выражается формулой

$$N = N_0 e^{-\frac{E}{KT}}, \quad (12)$$

где  $N_0$  — полное число молекул;  $E$  — энергия диссоциации;  $K$  — постоянная Больцмана;  $T$  — абсолютная температура. Исходя из этого, получаем

$$\frac{\alpha_H}{\alpha_D} \approx e^{\frac{E_H - E_D}{KT}}, \quad (13)$$

где  $E_H$  и  $E_D$  — энергии диссоциации молекул  $H_2$  и  $D_2$ . Если принять за температуру нашего источника  $T = 2500^\circ K$ , то  $\frac{\alpha_H}{\alpha_D} = 1,30$ .

Это значит, что нормальное отношение интенсивностей изотопических линий будет увеличено в 1,30 раза. Суммарный эффект различия в интенсивностях линий равен произведению  $0,71 \times 1,30 = 0,92$ . Эта величина превышает экспериментально найденное значение (0,88).

Наше объяснение не претендует на полноту и носит только качественный характер. Полный учет всех эффектов связан, по-видимому, с большими трудностями.

Все отмеченные здесь особенности в поведении градуировочного графика для смеси  $H_2 + D_2$  полностью подтверждают теоретически найденную зависимость между относительной интенсивностью изотопических линий и относительной концентрацией изотопов [5]. Отступление наклона прямолинейного участка градуировочного графика от  $45^\circ$ , а также изгиб графика на концах объясняются наличием небольшого фона в спектре.

## 6. Эффект давления

В процессе работы было обнаружено, что отношение интенсивностей  $\frac{I_H}{I_D}$  изменяется в

зависимости от давления газа в разрядной трубке. На рис. 7 представлена зависимость отношения интенсивностей линий  $H_2$  и  $D_2$  от давления газа в трубке при различных концентрациях. Полученные результаты показывают, что при концентрации около 10,2%

отношение интенсивностей  $\frac{I_H}{I_D}$  при изменении

давления остается почти постоянным, в то время как в области более низких и более высоких концентраций оно возрастает при увеличении давления. Исследования Бройда и Моргана [1] показали, что для давлений меньше 0,4 мм рт. ст. это нарастание приблизительно пропорционально обратной величине давления; для более высоких давлений, как и в нашем случае, оно носит линейный характер. Последнее является результатом более быстрого уменьшения абсолютной интенсивности линии  $D_2$  по сравнению с линией  $H_2$  при увеличении давления.

Полного теоретического объяснения зависимости  $\frac{I_H}{I_D}$  от давления пока еще нет. В ра-

боте Вейнберга и др. [3] показано, что основным фактором, влияющим на отношение  $\frac{I_H}{I_D}$ ,

является фракционирование при прохождении газа  $H_2 + D_2$  через капилляры проточной системы. Однако в нашей установке капилляры отсутствуют, и поэтому фракционирование не может сказаться на составе газовой смеси в замкнутой разрядной трубке. По-видимому, важную роль здесь играет доплеровское уширение, а также различие энергий диссоциации молекул  $H_2$  и  $D_2$ . Очевидно, можно

М. Н. ОГАНОВ, А. Р. СТРИГАНОВ

считать, что при увеличении давления уменьшается кинетическая энергия частиц и падает температура в разрядном канале. Поправка на доплеровское уширение оста-

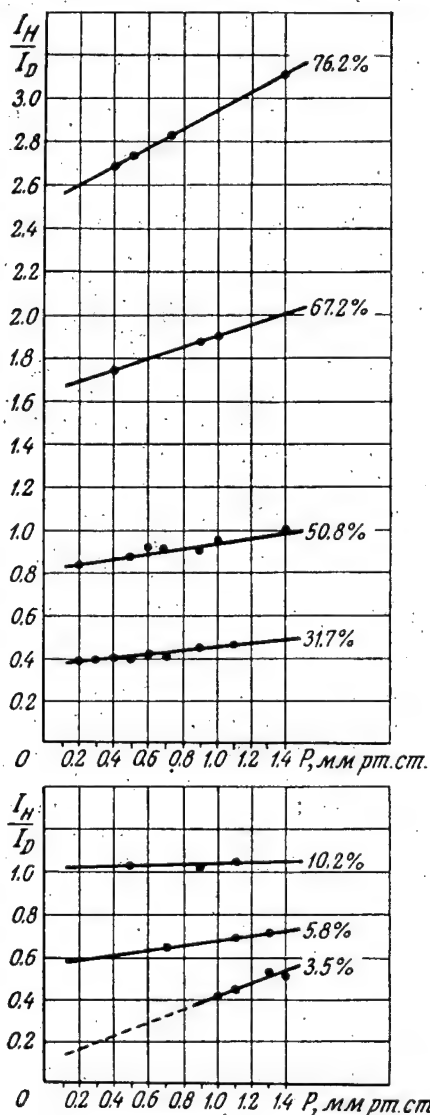


Рис. 7. Зависимость отношения интенсивностей от давления

ся при этом постоянной, так как она не зависит от температуры. В отличие от нее поправка, обусловленная различием энергий диссоциации, будет возрастать с уменьшением температуры, так как последняя входит в показатель степени экспоненты выражения (13). В результате совместного действия обоих

эффектов при увеличении давления в трубке отношение интенсивностей  $I_N/I_D$  будет возрастать. Поскольку эти эффекты действуют на отношение интенсивностей линий в противоположных направлениях, то при некотором давлении они будут компенсировать друг друга. В этом случае значение  $I_N/I_D$  будет соответствовать соотношению, получающемуся при отсутствии этих эффектов (например, концентрация 50,8% при давлении 1,6 мм рт. ст., на рис. 7).

Вероятно, существуют и другие факторы, которые компенсируют эффект различия энергии диссоциации, как например при 10%-ной концентрации  $H_2$ , где отношение  $I_N/I_D$  почти не изменяется.

С практической точки зрения обнаруженная зависимость отношения интенсивностей линий от давления показывает, что при выполнении анализов в разрядной трубке необходимо поддерживать определенное давление.

## 7. Анализ двух- и трехкомпонентной проб

Для проведения анализов использовалась вакуумная установка, схема которой дана на рис. 8. Она состоит из кварцевой трубки 1, масляного манометра 2 для измерения давления, ампулы 3 с краном, трубки с перепускными кранами 4, термометрической лампы 5 и ловушки с жидким азотом 6. Размеры разрядной трубки должны соответствовать той трубке, при помощи которой эталонируется метод.

Ампула с исследуемым газом припаивается к трубке с двумя или тремя перепускными кранами. После тщательного обезгаживания и тренировки вакуумной системы (см. раздел 4) анали-

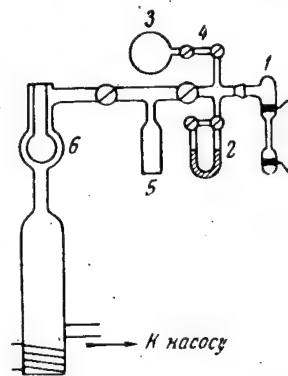


Рис. 8. Схема вакуумной установки для анализа изотопного состава водорода, дейтерия и трития.

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ГАЗООБРАЗНЫХ СМЕСЕЙ

зируемый газ небольшими порциями впускался в разрядную трубку до давления 0,4 мм рт. ст. После этого фотографировался спектр.

Анализы изотопного состава проводились с помощью постоянного градуировочного графика. График для смесей  $H_2 + D_2$  приведен на рис. 6. Как уже отмечалось, этот градуировочный график смещен относительно начала координат на величину  $\lg \frac{I_H}{I_D} = -0,055$ .

Основываясь на этом, для определения  $H_2$  в  $T_2$  мы провели вспомогательный график, сместив его соответственно с разностью в массовых числах на величину  $\lg \frac{I_H}{I_D} = -0,08$  (см.

рис. 6). Точно так же при определении  $D_2$  в  $T_2$  по графику, смещенному на величину  $\lg \frac{I_H}{I_D} = -0,04$ , можно найти искомую концентрацию.

Спектроскопический метод дает возможность непосредственно получать приведенные относительные концентрации изотопов, которые по формуле (10) могут быть пересчитаны в процентные концентрации, отнесенные к сумме двух изотопов. Однако на практике в случае анализа трехизотопных проб концентрацию принято выражать относительно суммы трех изотопов. Ниже показано, как перейти от приведенных относительных концентраций, полученных с помощью градуировочных графиков, к процентным концентрациям, отнесенным к сумме трех изотопов.

Если парциальное давление каждого изотопа обозначить через  $P_H$ ,  $P_D$  и  $P_T$ , то приведенные относительные концентрации будут выражаться как

$$C'_H = \frac{P_H}{P_D}, \quad C''_H = \frac{P_H}{P_T}. \quad (14)$$

Концентрации, отнесенные к сумме трех компонентов, выражаются следующим образом:

$$C_H = \frac{P_H \cdot 100}{P_H + P_D + P_T}, \quad C_D = \frac{P_D \cdot 100}{P_H + P_D + P_T}, \\ C_T = \frac{P_T \cdot 100}{P_H + P_D + P_T}. \quad (15)$$

Связь между приведенными концентрациями  $C'_H$ ,  $C''_H$  и концентрациями  $C_H$ ,  $C_D$ ,  $C_T$ , отнесенными к сумме трех изотопов водорода,

имеет вид

$$C'_H = \frac{C_H}{C_D}, \quad C''_H = \frac{C_H}{C_T}. \quad (16)$$

Если к этим двум уравнениям добавить третье

$$C_H + C_D + C_T = 100 (\%), \quad (17)$$

то, решив систему этих уравнений относительно трех неизвестных, можно получить выражение для перехода от приведенных концентраций к обычным

$$C_H = \frac{100}{\left(1 + \frac{1}{C'_H} + \frac{1}{C''_H}\right)}, \quad C_D = \frac{100}{C'_H \left(1 + \frac{1}{C'_H} + \frac{1}{C''_H}\right)}, \\ C_T = \frac{100}{C''_H \left(1 + \frac{1}{C'_H} + \frac{1}{C''_H}\right)}. \quad (18)$$

Следовательно, для того чтобы найти в случае трехизотопной смеси процентное содержание, отнесенное к сумме трех изотопов, необходимо знать приведенные концентрации  $C'_H$  и  $C''_H$ . Оба эти значения могут быть установлены при помощи градуировочного графика. Для сокращения расчетов удобнее пользоваться только одним выражением (18) для  $C_H$ , а концентрации двух других изотопов определять по формулам

$$C_D = \frac{C_H}{C'_H}, \quad C_T = \frac{C_H}{C''_H}. \quad (19)$$

Точность метода была установлена путем многократных анализов 14 газообразных проб  $H_2 + D_2$ .

В табл. 2 приведена средняя квадратичная погрешность по четырем областям концентраций. Характер изменения погрешности с изменением концентрации хорошо соответствует теоретическому рассмотрению [2].

Таблица 2

Концентрация $H_2$ , %	Средняя квадратичная погрешность, %	
	абсолютная	относительная
4—5,5	$\pm 0,25$	$\pm 5,5$
18—30	$\pm 0,77$	$\pm 3,5$
38—61	$\pm 0,33$	$\pm 0,6$
71—89	$\pm 0,50$	$\pm 0,6$

М. Н. ОГАНОВ, А. Р. СТРИГАНОВ

## Выводы

В работе показано, что для изотопов водорода в условиях нашего эксперимента простое равенство между величинами  $\frac{I_H}{I_D}$  и  $\frac{C_H}{C_D}$  отсутствует. Оно может быть достигнуто лишь при некоторых определенных давлениях газа в разрядной трубке, причем величина этого давления зависит от концентрации. Поэтому, для того чтобы избежать систематических ошибок, необходимо эталонировать метод с целью установления характера зависимости между величинами  $\frac{I_H}{I_D}$  и  $\frac{C_H}{C_D}$ . Однако можно

подобрать такие условия опыта, при которых множитель  $\frac{\alpha_H}{\alpha_D} \sqrt{\frac{A_H}{A_D}}$  в формуле (11) будет близок к единице; тогда отношение интенсивностей  $\frac{I_H}{I_D}$  непосредственно определит относительную концентрацию  $\frac{C_H}{C_D}$  в исследуемой пробе. Вполне понятно, что этот путь требует подробных предварительных исследований с эталонными смесями.

Поступила в редакцию 20 VII 1956 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Р. Broida, I. W. Moyer, J. Opt. Soc. Am. 42, 37 (1952); Н. Р. Broida, G. H. Morgan, Anal. Chem. 24, 799 (1952).
2. А. Р. Стриганов, УФН LVIII, вып. 3, 365 (1956).
3. Г. В. Вейнберг, А. Н. Зайдель, Журнал физ. хим. 30, 1081 (1956).
4. А. А. Петров, Оптика и спектроскопия, 1, вып. 8, 972 (1956).
5. Ю. П. Донцов, А. Р. Стриганов, Аналитическая химия, XII, вып. 1, 5 (1957).
6. А. Р. Стриганов, Заводская лаборатория, № 12, 1476 (1955).

$$(11) \quad \frac{I_H}{I_D} = \frac{C_H}{C_D} \cdot \frac{\alpha_H}{\alpha_D} \sqrt{\frac{A_H}{A_D}}$$

когда отношение  $\frac{\alpha_H}{\alpha_D} \sqrt{\frac{A_H}{A_D}}$  будет равно единице, то  $\frac{I_H}{I_D} = \frac{C_H}{C_D}$ .

В работе показано, что для изотопов водорода в условиях нашего эксперимента простое равенство между величинами  $\frac{I_H}{I_D}$  и  $\frac{C_H}{C_D}$  отсутствует. Оно может быть достигнуто лишь при некоторых определенных давлениях газа в разрядной трубке, причем величина этого давления зависит от концентрации. Поэтому, для того чтобы избежать систематических ошибок, необходимо эталонировать метод с целью установления характера зависимости между величинами  $\frac{I_H}{I_D}$  и  $\frac{C_H}{C_D}$ . Однако можно

подобрать такие условия опыта, при которых множитель  $\frac{\alpha_H}{\alpha_D} \sqrt{\frac{A_H}{A_D}}$  в формуле (11) будет близок к единице; тогда отношение интенсивностей  $\frac{I_H}{I_D}$  непосредственно определит относительную концентрацию  $\frac{C_H}{C_D}$  в исследуемой пробе. Вполне понятно, что этот путь требует подробных предварительных исследований с эталонными смесями.

Поступила в редакцию 20 VII 1956 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Р. Broida, I. W. Moyer, J. Opt. Soc. Am. 42, 37 (1952); Н. Р. Broida, G. H. Morgan, Anal. Chem. 24, 799 (1952).
2. А. Р. Стриганов, УФН LVIII, вып. 3, 365 (1956).
3. Г. В. Вейнберг, А. Н. Зайдель, Журнал физ. хим. 30, 1081 (1956).
4. А. А. Петров, Оптика и спектроскопия, 1, вып. 8, 972 (1956).
5. Ю. П. Донцов, А. Р. Стриганов, Аналитическая химия, XII, вып. 1, 5 (1957).
6. А. Р. Стриганов, Заводская лаборатория, № 12, 1476 (1955).

В заключение

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

## Раздельное определение естественных радиоактивных элементов с помощью лабораторных радиометрических методов

И. М. Назаров

Описываются радиометрические методики раздельного определения естественных радиоактивных элементов в горных породах, рудах, минералах и т. п. Существующие в настоящее время методики основаны на: а) измерении разных типов излучения; б) дискриминации излучения одного вида; в) использовании, кроме измерений излучения одного вида, дополнительных эманационных измерений; г) комбинациях измерений двух первых типов. В статье приводятся в общем виде уравнения для раздельного определения радиоактивных элементов и дается их анализ для конкретных условий измерения при определении урана, радия, тория и калия.

В настоящее время радиометрические определения естественных радиоактивных элементов успешно вытесняют более дорогостоящие химические анализы и становятся основным способом производственных измерений. Однако раздельное определение радиоактивных элементов при их совместном нахождении далеко не всегда удовлетворяет требованиям точности. Если в случае простых руд, содержащих лишь равновесный уран или торий, радиометрические определения не только не уступают в точности химическим анализам, но зачастую и превосходят их, то при раздельных определениях в случаях неравновесных и сложных руд и особенно при низких содержаниях ошибки могут достигать недопустимых величин.

Задача повышения точности радиометрических определений может быть успешно решена в каждом отдельном случае и ценой наименьших затрат при условии глубокого изучения физических процессов, определяющих результаты измерений.

В этом свете автор считает целесообразным рассмотреть в общей форме решение задачи о раздельном определении радиоактивных элементов и показать, что все существующие методики раздельного определения радио-

активных элементов сводятся к несложным математическим соотношениям.

Обозначим скорость счета от 1%-го радиоактивного элемента через  $n_i$ , где индекс  $i$  определяет условия измерений:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -счет, положение дискриминатора, толщину экрана. Тогда скорость счета от радиоактивного образца, содержащего  $m$  радиоактивных элементов, ввиду аддитивности излучения запишется как

$$\sum n_i q_j = n_i - \phi_i \quad (1)$$

где  $q_j$  — содержание  $j$ -го элемента в процентах;  $\phi_i$  — скорость счета фона;  $n_i$  — скорость счета от образца и фона.

Для того чтобы определить содержания каждого элемента, надо составить  $m$  линейно независимых алгебраических уравнений первой степени типа (1). На практике при определении естественных радиоактивных элементов результаты измерений чаще выражают в эквивалентных единицах урана, для чего относят зарегистрированную скорость счета от образца к скорости счета от 1%-ного равновесного урана при тех же условиях измерений:

$$A_i = (n_i - \phi_i) c_i \quad (2)$$

где  $c_i$  — цена импульса в эквивалентных еди-



И. М. НАЗАРОВ

лицах урана—величина, обратная скорости счета.

Коэффициенты уравнений в эквивалентных единицах урана в широких пределах не зависят от геометрических условий измерений. Периодическое переопределение величины  $s_i$  позволяет учитывать небольшие постепенные изменения чувствительности аппаратуры.

Таким образом, система уравнений будет иметь вид

$$\left. \begin{aligned} a_{11}q_1 + a_{12}q_2 + \dots + a_{1m}q_m &= A_1, \\ a_{21}q_1 + a_{22}q_2 + \dots + a_{2m}q_m &= A_2, \\ &\vdots \\ a_{m1}q_1 + a_{m2}q_2 + \dots + a_{mm}q_m &= A_m. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Решение системы определяется формулой Крамера

$$q_j = \frac{D_j}{D} \quad (4)$$

Разложив определитель  $D_j$  по элементам  $j$ -го столбца, получаем

$$q_j = \frac{1}{D} \sum A_{ij} A_i = \sum b_{ij} A_i, \quad (5)$$

где  $A_{ij}$  — соответствующие адъюнкты определителя.

Относительная ошибка в определении содержания  $j$ -го элемента, обусловленная флуктуациями в измеренных скоростях счета, будет равна

$$\begin{aligned} \varepsilon_j &= \frac{1}{D} \sqrt{\sum A_{ij}^2 c_i^2 \left( \frac{n_i}{t_i} + \frac{\phi_i}{t \phi_i} \right)} = \\ &= \frac{1}{q_j} \sqrt{\sum b_{ij}^2 c_i^2 \left( \frac{n_i}{t_i} + \frac{\phi_i}{t \phi_i} \right)}, \quad (6) \end{aligned}$$

где  $t_i$  и  $t_{\phi i}$  — время измерения образца и фона соответственно.

На практике коэффициенты  $a_{ij}$  определяются на эталонах с известным содержанием, а по ним рассчитываются коэффициенты  $b_{ij}$ . Непосредственный расчет коэффициентов  $b_{ij}$  по измерениям эталонов из уравнений (5) обычно не производится из-за его малой наглядности.

При составлении уравнений для раздельного определения радиоактивных элементов возникает ряд трудностей, связанных прежде всего с недостаточной чувствительностью существующей радиометрической аппаратуры к разной энергии излучения, т. е. с ее недостаточной избирательностью.

Ввиду того что в обычных случаях раздельного определения естественных радиоактивных элементов активность образца не зависит от времени, остается всего три способа получения систем линейно независимых уравнений.

Первый способ заключается в применении приемников излучения, имеющих избирательную чувствительность к разным видам излучения или к определенной энергии данного вида излучения.

Второй способ состоит в применении экранов, избирательно срезающих часть излучения. В физическом отношении способ принципиально ничем не отличается от первого.

Третьим способом является использование поглощения излучения в самом образце путем изменения его толщины. Ввиду ограниченных возможностей этот способ не нашел практического применения, и все существующие в настоящее время методики основаны на первых двух способах.

Для удобства рассмотрим существующие методики раздельного определения естественных радиоактивных элементов в следующем порядке:

1) методики, основанные на измерении разных типов излучения;

2) методики, основанные на дискриминации (энергетическом или временном разделении) излучения одного вида;

3) методики, использующие, кроме измерений излучения одного вида, дополнительные эманационные измерения;

4) комбинированные методики, представляющие собой комбинацию измерений первых двух типов.

Методика определения урана и радия в неравновесных рудах по  $\beta$ - и  $\gamma$ -измерениям была предложена В. Л. Шашкиным в 1947 г. \*). Аналогичная методика была разработана во Франции в 1949 г. Томмеретом [1].

Измерения  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения производились на счетчиках Гейгера. Для разделения  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения использовались металлические экраны толщиной порядка  $1-2 \text{ г/см}^2$ . В целях повышения чувствительности измерений обычно использовались многосчетчиковые схемы.

\*) Работа не опубликована.

## РАЗДЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Наиболее успешно проблема увеличения чувствительности  $\gamma$ -измерений разрешается применением сцинтилляционных счетчиков [2].

Бета-измерения во всех модификациях методики производились в слоях, насыщенных для  $\beta$ -излучения. Вес образца в зависимости от содержания колебался от 20 до 600 г. Обычный вес составлял 50—150 г.

Степень дробления материала, за исключением предельных случаев (более 1 мм или менее 100 меш), не играет никакой роли.

Основное положение методики  $\frac{UI}{UX_2} = \text{const}$ . Тогда, пренебрегая  $\gamma$ -излучением  $UX_2$  и  $UZ$ , на основании (3) имеем следующие два уравнения в эквивалентных единицах урана:

$$\left. \begin{aligned} a_{11}U + a_{12}Ra &= A_\beta, \\ Ra &= A_\gamma. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Для расчета величин коэффициентов воспользуемся формулой определения интенсивности  $\beta$ -излучения от плоского слоя [3], экстраполировав ее к толщине слоя, насыщенного для  $\beta$ -излучения. Тогда, сделав довольно грубое допущение, что при измерениях с торцовыми счетчиками коэффициент использования не зависит от энергии  $\beta$ -излучения, на основании выражения (7) получаем:

$$a_{11} = \frac{\Delta_{UX_2}}{\Delta_{UX_2} + \Delta_{RaB} + \Delta_{RaC} + \Delta_{RaE}}, \quad (8)$$

$$a_{12} = 1 - a_{11} = \frac{\Delta_{RaB} + \Delta_{RaC} + \Delta_{RaE}}{\Delta_{UX_2} + \Delta_{RaB} + \Delta_{RaC} + \Delta_{RaE}}, \quad (9)$$

где  $\Delta$  — слой половинного поглощения  $\beta$ -излучения.

Ввиду того что  $\beta$ -излучение  $UX_1$  и  $RaD$  обладает низкой энергией, его влиянием можно пренебречь.

На основании данных об энергии  $\beta$ -излучателей [4] с помощью графика перехода от максимальной энергии к слою половинного поглощения [3] автором было найдено, что

$$\Delta_{UX_2} = 130 \text{ мг/см}^2, \quad \Delta_{RaB} = 20 \text{ мг/см}^2,$$

$$\Delta_{RaC} = 110 \text{ мг/см}^2 \text{ и } \Delta_{RaE} = 44 \text{ мг/см}^2.$$

Подставив полученные значения в (8) и (9), получаем  $a_{11} = 0,43$  и  $a_{12} = 0,57$ .

Эти результаты совпадают с экспериментально полученными значениями коэффициентов для торцового счетчика толщиной окна 3 мг/см<sup>2</sup> [2].

Для того чтобы перейти к счетчикам с толщиной стенок  $l$ , можно принять, что коэффициент использования равен произведению эффективности счетчика, которая почти не зависит от энергии, на функцию, определяющую поглощение в стенках счетчика. Можно легко рассчитать необходимые поправки, если считать, что поглощение в стенках цилиндрического счетчика происходит по экспоненциальному закону, но эффективная толщина зависит от геометрических условий измерений и может достигать удвоенной величины истинной толщины стенок счетчика [3]. При толщине стенок счетчика  $l = 30 \text{ мг/см}^2$  и  $l_{\text{эфф}} = 2l$   $a_{11} = a_{12} = 0,5$ . Для счетчиков АС-2 и СТС-6 (приблизительно с такой же толщиной стенок)  $a_{11}$  равно 0,52 и 0,515, а  $a_{12}$  — 48 и 0,485 соответственно.

Если за эффективную толщину стенок счетчика принять величину 1,2—1,5  $l$ , то будут получены приблизительно те же результаты.

Как следует из выражения (6), относительная ошибка в определении урана, обусловленная флуктуациями скоростей счета, определится как

$$\varepsilon_U = \frac{\sqrt{c_\beta^2 \left( \frac{n_\beta}{t_\beta} + \frac{\phi_\beta}{t_{\phi\beta}} \right) + c_\gamma^2 a_{12}^2 \left( \frac{n_\gamma}{t_\gamma} + \frac{\phi_\gamma}{t_{\phi\gamma}} \right)}}{A_\beta - a_{12}A_\gamma}. \quad (10)$$

Таким образом, при данном времени измерений и данной скорости счета фона относительная ошибка зависит как от общей чувствительности аппаратуры, так и от чувствительности к  $\beta$ -излучению радия. При прочих равных условиях относительная ошибка будет тем меньше, чем меньше коэффициент  $a_{12}$ , определяющий долю излучения радия в равновесном ряду.

Так как радий определяется по  $\gamma$ -излучению  $RaC$ , то при эманировании образца для точного определения радия необходимо знать коэффициент эманирования. Если коэффициент эманирования  $k$  известен, содержание радия может быть найдено из отношения

$$Ra = \frac{A_\gamma}{1-k}. \quad (11)$$

Кроме сдвигов равновесия между ураном и радием, радием и короткоживущими продуктами распада радона, сдвиг равновесия может происходить между радием с короткоживущими продуктами распада и  $RaE$ . Ввиду того что количество короткоживущих продук-

И. М. НАЗАРОВ

тов распада определяется эманацией образца, при отборе образца из целлика и его дроблении из-за возросшего эманирования может оказаться избыточное количество RaE. Нетрудно видеть, что это избыточное  $\beta$ -излучение приведет к завышению содержания урана. Если избыточное содержание RaE по сравнению с количеством короткоживущих продуктов распада обозначить через  $\Delta q_{\text{RaE}}$ , то относительное завышение содержания урана будет

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{a_{\text{RaE}} \frac{\Delta q_{\text{RaE}}}{A_{\gamma}}}{\frac{A_{\beta}}{A_{\gamma}} - a_{12}} \quad (12)$$

Для торцового счетчика  $a_{\text{RaE}} = 0,14$ . При нарушении сдвига равновесия только из-за 30%-ного эманирования ошибка в определении урана составляет примерно 7%. При сдвиге равновесия в пять раз в сторону радия и 30%-ного эманирования ошибка возрастает до 50%.

При измерениях со счетчиками типа АС и СТС  $a_{\text{RaE}} = 0,084$ . По этой причине, а также из-за уменьшения коэффициента  $a_{12}$  влияние RaE на точность определения урана, грубо говоря, уменьшается в два раза.

Для устранения влияния RaE вводятся алюминиевые фильтры толщиной 240—270 мг/см<sup>2</sup> [5], которые почти полностью поглощают  $\beta$ -излучение.

В этом случае, если  $\gamma$ -счетчик регистрирует часть жесткого  $\beta$ -излучения  $UX_2$  или учитывает  $\gamma$ -излучение  $UX_2$  и  $UZ$ , второе уравнение системы (7) должно быть переписано следующим образом:

$$a_{21}U + a_{22}\text{Ra} = A_{\gamma} \quad (13)$$

После несложных преобразований можно получить формулу для определения содержания урана

$$U = \frac{1}{a_{11}} A_{\beta} - \frac{a_{12}}{a_{11}} A_{\gamma} + \left[ \frac{a_{12}a_{21}}{a_{11}^2 a_{22}} A_{\beta} - \frac{a_{12}a_{21}}{a_{11}} \left( 1 + \frac{a_{12}}{a_{11}} \right) A_{\gamma} \right], \quad (14)$$

где величины, заключенные в квадратные скобки, представляют поправку на регистрируемое при  $\gamma$ -измерениях излучение урана.

Произведем оценку поправочного члена при  $a_{11} = a_{12} = 0,5$ ,  $a_{21} = 0,06$  и  $a_{22} = 0,94$ , что приблизительно соответствует измерениям на

счетчиках типа АС и СТС без экрана и с экраном толщиной 800 мг/см<sup>2</sup>. При  $\frac{\text{Ra}}{U} \rightarrow 0$  величина поправочного члена достигает 6% от определяемого содержания урана. При приблизительно равновесных условиях ошибка составляет около 1%. Наконец, при  $\frac{U}{\text{Ra}} \rightarrow 0$  поправка стремится к величине  $-0,05 A_{\gamma}$ , т. е. при полном отсутствии урана будет определяться некоторое его «отрицательное» количество.

Влияние тория на точность определения урана сильно зависит от приемников излучения. Очень часто [2], [5] оказывается, что 1% тория примерно эквивалентен по  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучению количеству радия, находящемуся в равновесии с 0,5% урана. В этом случае наличие тория воспринимается как избыток радия и уран может быть определен точно.

Если  $\beta$ - и  $\gamma$ -эквиваленты тория по радию не равны между собою, то точное определение урана в присутствии тория оказывается невозможным.

Чувствительность методик при измерениях  $\gamma$ -излучения на счетчиках Гейгера редко превышает 0,005% урана при незначительном сдвиге равновесия, при сильном же сдвиге в сторону радия чувствительность может уменьшиться в несколько раз.

Применение для регистрации  $\gamma$ -излучения сцинтилляционных счетчиков может повысить чувствительность до 0,001% урана и даже несколько больше.

Ошибки в определении урана обычно составляют 5—20%.

Методика определения равновесного урана и тория по  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучению была предложена В. И. Барановым и Н. Н. Шашкиной [6] в 1947 г. За рубежом она была описана Франклином и Барнесом [7].

В техническом отношении эта методика не отличается от методики раздельного определения урана и радия.

Уравнения для этого случая имеют вид

$$\left. \begin{aligned} U + a_{12}\text{Th} &= A_{\beta}, \\ U + a_{22}\text{Th} &= A_{\gamma}. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Для расчета коэффициента  $a_{12}$  были использованы данные об энергии  $\beta$ -излучения, приведенные Барановым [6]. Величины словес половинного поглощения, определенные

## РАЗДЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

таким же образом, как и для излучателей уранового ряда, равны:

$$\Delta_{\text{MstTh}_2} = 68 \text{ мг/см}^2, \quad \Delta_{\text{ThB}} = 9 \text{ мг/см}^2, \quad 76 \\ \Delta_{\text{ThC}} = 82 \text{ мг/см}^2 \quad \text{и} \quad \Delta_{\text{ThC}'} = 27 \text{ мг/см}^2.$$

Если учитывать разную скорость распада урана и тория [8], то для торцового счетчика  $a_{12}$  будет равно 0,22. Почти такое же значение ( $a_{12}=0,215$ ) получается для счетчиков типа АС и СТС. Для счетчика МСТ-17 значение  $a_{12}$  равно 0,26, для счетчика с толщиной окна  $3 \text{ мг/см}^2$  Эйхольц [2] приводит величину 0,25. Для счетчиков типа АС-2 и СТС-6  $a_{12}$  равно 0,23.

Расчет величины  $a_{22}$  можно произвести для счетчика с медным катодом, поскольку коэффициент использования такого счетчика почти прямо пропорционален энергии  $\gamma$ -квантов [9]. Используя данные об энергии  $\beta$ -излучения радия [6] и тория, можно получить величину  $a_{12}$ , равную 0,49. Этот расчет не учитывает поглощения  $\gamma$ -излучения в образце.

Практические значения величины  $a_{22}$  в зависимости от типа регистрирующей аппаратуры лежат в пределах от 0,43 до 0,60 [5], [10]—[15]. Для счетчиков с медным катодом опытная величина  $a_{22}$  равна обычно 0,45—0,47. Наиболее низкие величины  $a_{22}$  приходятся на ионизационные измерения, наиболее высокие—на измерения, в которых производится срезание мягких линий.

Чувствительность и точность методики примерно такого же порядка, как у методики определения урана и радия в неравновесных рудах.

Практическим удобством методик, использующих измерения  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения, является относительная простота аппаратуры и возможность вести одновременные измерения одного образца по обоим видам излучения. При разведке и эксплуатации месторождений радиоактивных элементов чувствительность методики может быть признана удовлетворительной, но при решении специальных вопросов она часто оказывается недостаточной.

Определение урана и тория по дискриминации излучений одного вида возможно лишь при отсутствии сдвига равновесия, поскольку измеряется излучение дочерних продуктов.

Первые методики дискриминации по  $\alpha$ -излучению были разработаны Эвансом [8],

[16], [17] в середине 30-х годов. В них использовались измерения в импульсных ионизационных камерах с экраном толщиной 5—6 см воздушного эквивалента и без него. При появлении  $\alpha$ -сцинтилляционных счетчиков использовались два уравнения, которые получались измерением расстояния источник—фосфор [18] или измерением порогового смещения дискриминатора [19].

Во всех упомянутых работах результаты измерений выражались не в эквивалентных единицах урана, а непосредственно в импульсах за единицу времени, и система имела следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \mu d (n'_{11} \text{U} + n'_{12} \text{Th}) &= n_1 - \phi_1, \\ \mu d (n'_{21} \text{U} + n'_{22} \text{Th}) &= n_2 - \phi_2, \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

где  $\mu d$ —произведение плотности вещества  $d$  на тормозную способность вещества  $\mu$ , которая определяется как отношение пробега  $\alpha$ -частицы в веществе к пробегу в воздухе [8];  $n'_{11}$ ,  $n'_{21}$  и  $n'_{12}$ ,  $n'_{22}$ —скорости счета от 1% урана и тория при  $\mu d=1$ .

В пределе при втором измерении могут регистрироваться только  $\alpha$ -частицы  $\text{ThC}'$ , а все остальное  $\alpha$ -излучение будет срезаться.

Произведение  $\mu d$  выписано отдельно, так как для различных пород его величина может изменяться от 10 до 15%, а для отдельных минералов—даже до сотен процентов.

Если химический состав породы известен, то расчет величины  $\mu d$  производится по правилу Брэгга. Если же химический состав породы неизвестен, то произведение  $\mu d$  может вычисляться из изменения скорости счета от добавления к образцу известного количества урана или тория, которое тщательно перемешивается с веществом образца. В том случае, когда эталон и проба имеют близкий состав, система (16), выраженная в эквивалентных единицах урана, не зависит от состава образца, как это было установлено автором:

$$\left. \begin{aligned} \text{U} + a_{12} \text{Th} &= A_1, \\ \text{U} + a_{22} \text{Th} &= A_2. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

По своей форме система (17) ничем не отличается от системы (15), получаемой при измерениях по  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучению.

Коэффициенты  $a_{12}$  и  $a_{22}$  могут быть рассчитаны на основании формулы Эванса [8] для насыщенного слоя.

И. М. НАЗАРОВ

Толщина насыщенного слоя для массивного материала составляет примерно 50 *мк*. При измерениях рыхлого раздробленного материала для избежания возможных междузерновых отверстий в источнике толщина слоя берется порядка 1 *мм*. Вес образца даже при самых больших тарелочках площадью 150 *см*<sup>2</sup> не превосходит нескольких граммов.

Дробление материала производится до 100 меш, однако если экспериментально установлено, что скорость счета для данной породы мало зависит от крупности зерна, то можно применить и более грубое дробление.

При минимальном регистрируемом пробеге  $\alpha$ -частицы  $\rho = 0,45$  *см* воздуха, расчетная величина коэффициента  $a_{12}$  равна 0,324. При измерениях на установке Да-49 с режимом отсечки, соответствующим  $\rho = 0,45$  *см*, автором было получено значение  $a_{12}$ , равное 0,320.

Чувствительность методики при измерениях в атмосфере старого азота (т. е. при фоне 5—15 *имп/час*) импульсными камерами с площадью электродов до 150 *см*<sup>2</sup> достигает  $1 \div 5 \cdot 10^{-4}$  % урана и тория, если используются экраны толщиной порядка 5—6 *см* воздушного эквивалента. Предел чувствительности определяется вторым уравнением, так как именно при измерениях с экраном из-за потери скорости счета наступает практический минимум чувствительности, обусловленный статистическими флуктуациями скорости счета фона. Длительность измерений одного образца при самых низких содержаниях может достигать 10—20 часов.

Измерения  $\alpha$ -сцинтилляционными счетчиками технически более совершенны, чем импульсными камерами. Однако при измерениях низких содержаний—основной области применения  $\alpha$ -измерений—фон фосфоров до сих пор ограничивал  $\alpha$ -сцинтилляционные измерения.

Чувствительность сцинтилляционных измерений почти на полтора порядка ниже, чем чувствительность измерений с камерами.

Точность  $\alpha$ -измерений сильно зависит от химического состава и физического состояния образца и особенно от эманирования. Кроме того, при низких содержаниях очень существенную, а зачастую и решающую роль играют статистические флуктуации скорости счета. Для мало измененных изверженных пород ошибки достигают обычно порядка

10—20 % и лишь при очень благоприятных случаях имеют более низкую величину.

В связи с развитием в последние годы  $\gamma$ -спектроскопии Витаном [20] была предложена методика для отдельного определения равновесного урана по дискриминации  $\gamma$ -излучения. Форма уравнений в этой методике аналогична системам (15) и (17).

При весе образца 100 *г* на аппаратуре Витана можно измерять активность до 0,004% эквивалентного урана, но разделение урана и тория могло осуществляться при активностях не менее 0,04% эквивалентного урана.

Особую группу составляют методики дискриминации по времени, представляющие собой как бы обращенное применение правила Гейгера—Нуттолла. Описание теоретически возможных модификаций этих методик приводится в работе Франклина и Барнеса [7]. Пирсон [19] предложил подобную методику для определения равновесного урана и тория.

Как известно, RaC после  $\beta$ -распада превращается в RaC', являющийся  $\alpha$ -излучателем с периодом полураспада 160 *мксек*; а ThC превращается в ThC', имеющий период полураспада 0,3 *мксек*. Период чувствительности аппаратуры к  $\alpha$ -излучению определяется временным дискриминатором, запускаемым с помощью счетчиков Гейгера. Положения дискриминатора подбирались таким образом, чтобы при большом периоде в основном могли регистрироваться  $\alpha$ -частицы RaC' и ThC', а при малом— $\alpha$ -частицы ThC'. Подсчитывая из общего  $\alpha$ - и  $\beta$ -счета число случайных совпадений и вычитая их, Пирсон получил два уравнения типа (16). Однако крайне сложная аппаратура и низкая чувствительность заставили его отказаться от практического использования этой методики, несмотря на ее принципиальную обоснованность.

Ошибки в определении урана и тория, обусловленные статистическими флуктуациями скоростей счета, для всех перечисленных методик отдельного определения урана и тория ввиду одинаковой формы уравнений для отдельного определения также выражаются одинаковыми формулами:

$$\epsilon_U = \frac{\sqrt{a_{22}^2 c_1^2 \left( \frac{n_1}{t_1} + \frac{\phi_1}{t_{\phi_1}} \right) + a_{12}^2 c_2^2 \left( \frac{n_2}{t_2} + \frac{\phi_2}{t_{\phi_2}} \right)}}{|a_{22}A_1 - a_{12}A_2|}, \quad (18)$$



## РАЗДЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

$$\varepsilon_{\text{Th}} = \frac{\sqrt{c_1^2 \left( \frac{n_1}{t_1} + \frac{\phi_1}{t_{\phi_1}} \right) + c_2^2 \left( \frac{n_2}{t_2} + \frac{\phi_2}{t_{\phi_2}} \right)}}{|A_2 - A_1|} \quad (19)$$

В выражениях (18) и (19) знак в знаменателе опущен, поскольку неважно, какое уравнение первое и какое второе. Нетрудно видеть, что если точность определения тория в явном виде зависит лишь от общей чувствительности аппаратуры, то точность определения урана зависит от соотношения между коэффициентами  $a_{12}$  и  $a_{22}$ . При прочих равных условиях она тем больше, чем больше разница между коэффициентами.

Определение урана и тория по  $\alpha$ -измерениям при дополнительных эманационных измерениях применяется для активностей, эквивалентных  $1 \cdot 10^{-4}$ — $5 \cdot 10^{-5}$  % равновесного урана.

На основании эманационных измерений содержание урана определяется в предположении, что он находится в равновесии с радием, а содержание тория — из общего  $\alpha$ -счета.

При переводе радия в раствор принципиально возможно использовать этот раствор для определения тория по торону.

Но такой чисто эманационный способ для указанных выше содержаний признан практически невыгодным как из-за сложности тороновых измерений, так и из-за меньшей точности.

Измерения радона могут производиться с помощью электрометров и импульсными методами.

Эманация вводится в камеру вакуумным методом. При измерениях наиболее низких содержаний камера заполняется азотом или углекислым газом, которые предварительно выдерживаются около месяца для распада возможных примесей радона.

При очень низких содержаниях перевод проб в раствор оказывается нежелательным из-за ряда влияний, связанных как с потерями радия в химической посуде, так и с искажениями результатов вследствие загрязнения радием самих химикалий. Для избежания этих трудностей можно производить спекание образца в печи до температуры, достаточной для выделения радона [21], [22]. Вес пробы для выделения радона обычно не превышает 10—30 г.

Точность при измерениях предельно низких содержаний, если приняты меры, предупреждающие потери или привнос радона, почти полностью определяется статистическими флуктуациями, и ошибки от 5—15% могут увеличиваться очень значительно, вплоть до сотен процентов.

Попытка создать методику, использующую  $\gamma$ - и эманационные измерения [13], оказалась неудачной из-за малой чувствительности счетчиков Гейгера и из-за того, что такая методика была бы подвержена влиянию  $\gamma$ -излучения калия.

Недостатком рассмотренных выше методик является ограниченность их применения условиями, положенными в основу уравнений. Для производственных целей или определенных конкретных задач они оказываются обычно удовлетворительными. Так, если даже удается определить только уран при наличии тория и сдвиге равновесия, то этого оказывается вполне достаточно. При решении более сложных задач желательно знать все компоненты независимо от их соотношения между собой.

В последние годы для раздельного определения урана, радия и тория (если влиянием излучения калия можно пренебречь) рядом советских исследователей [5] была предложена методика, использующая комбинацию  $\gamma$ -дискриминационных и  $\beta$ -измерений:

$$\left. \begin{aligned} a_{11}U + a_{12}Ra + a_{13}Th &= A_{\beta}, \\ Ra + a_{23}Th &= A_{\gamma_1}, \\ Ra + a_{33}Th &= A_{\gamma_2}. \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

Эти уравнения по форме не отличаются от предложенных Витаном, но в них принимается, что радий может не быть в равновесии с ураном. Величины коэффициентов системы уравнений (20) аналогичны коэффициентам вышеописанных методик.

При использовании для дискриминации  $\gamma$ -излучения кольцевой схемы счетчиков Гейгера Гольбек и сотрудники [5] получили  $a_{23}=0,51$  и  $a_{33}=1,11$  (расчет коэффициентов производился по данным доклада [5], поскольку авторы использовали выражения не в эквивалентных единицах урана, а непосредственно в скоростях счета). Изменение увеличения коэффициента при тории примерно в два раза достигнуто за счет сокращения скорости счета от радия в 90 раз, а от тория в 41,5 раза.



И. М. НАЗАРОВ

На сцинтилляционном счетчике с кристаллом CsJ (конструкция автора и П. И. Солонкова) изменение коэффициента при тории от 0,7 до 1,7 достигалось сокращением скорости счета от радия в 41 раз и тория в 17 раз.

При сокращении скорости счета от тория в 40 раз и специально подобранном фотомножителе удавалось полностью срезать излучения радия, и, следовательно, последнее уравнение системы (20) принимало вид

$$Th = A_{\gamma_2}, \quad (21)$$

где  $A_{\gamma_2}$  выражается непосредственно в процентах тория.

В настоящее время эта методика еще не нашла широкого производственного применения и поэтому трудно говорить о ее точности и чувствительности, во всяком случае они должны быть примерно такого же порядка, как и у других методик, использующих аналогичную аппаратуру.

Выражение для относительной ошибки в определении урана можно записать так:

$$\varepsilon_U = \frac{\sqrt{(a_{33} - a_{23})^2 c_3^2 \left( \frac{n_3}{t_3} + \frac{\phi_3}{t_{\phi_3}} \right) + (a_{12}a_{33} - a_{13})^2 c_1^2 \left( \frac{n_1}{t_1} + \frac{\phi_1}{t_{\phi_1}} \right) + (a_{12}a_{23} - a_{13})^2 c_2^2 \left( \frac{n_2}{t_2} + \frac{\phi_2}{t_{\phi_2}} \right)}}{(a_{33} - a_{23}) A_3 - (a_{12}a_{33} - a_{13}) A_{\gamma_1} + (a_{12}a_{23} - a_{13}) A_{\gamma_2}} \quad (22)$$

Относительные ошибки в определении радия и тория даются выражениями (18) и (19), но вместо коэффициента  $a_{22}$  в формуле для относительной ошибки в определении радия должен стоять  $a_{33}$ , а вместо  $a_{12} - a_{23}$ . Индексы 1 и 2 теперь относятся к номерам  $\gamma$ -измерений.

Нетрудно заметить, что ни одна из методик не учитывает влияния калия, который в заметных количествах может находиться в

исследуемых образцах. Это объясняется не только трудностями его определения ввиду малой удельной активности, но и тем, что для очень многих конкретных задач его присутствие не являлось помехой.

Поэтому большинство исследователей ограничивалось самыми общими замечаниями о влиянии калия на радиометрические измерения, и успешное определение калия производилось лишь при специальных исследованиях, в которых он или предварительно выделялся химически, или применялась специальная аппаратура, и влияние других радиоактивных элементов было малым [23], [24].

Применение  $\gamma$ -сцинтилляционных счетчиков, резко повысивших чувствительность методик и позволивших измерять активности порядка тысячных или даже десятитысячных долей процента эквивалентного урана, сделало вполне актуальной задачу учета влияния излучения калия и его количественное определение при геохимических исследованиях.

Дальнейшее развитие методик раздельного определения естественных радиоактивных элементов в первую очередь зависит от создания анализаторов большой чувствительности, поскольку их применение позволило бы резко повысить статистическую точность определения отдельных элементов.

Поступила в редакцию 22 I 1957 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. J. Tommeret, J. Phys. et Radium 10, 249 (1949).
2. G. Eicholz, J. Hilborn, C. McMahon, Can. J. Phys. 31, 613 (1953).
3. В. Бочкарев и др., Измерение активности источников бета- и гамма-излучения. Изд. АН СССР (1953).
4. А. Н. Мушин, Введение в радиоактивность. Изд. ЛГУ (1955).
5. Г. Р. Гольбек, Р. В. Матвеев, Р. С. Шляпников, Исследования в области геологии, химии и металлургии (Доклады советской делегации на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии). Изд. АН СССР, 1955, стр. 40.
6. В. И. Баранов, Радиометрия. Изд. АН СССР (1956).
7. E. Franklin, R. Barnes, AERE EL/R, № 1175 (1953).
8. G. Finney, R. D. Evans, Phys. Rev. 48, 503 (1935).
9. В. Векслер, Л. Грошев, Б. Исаев, Ионизационные методы исследования излучений, Гостехиздат (1950).
10. R. D. Evans, R. O. Evans, Rev. Mod. Phys. 20, 305 (1948).

РАЗДЕЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

11. Н. П. Староватов, Г. В. Горшков, Геофизика, VII, вып. 5 (1937).
12. H. McCoy, L. Henderson, J. Am. Chem. Soc. 40, 1316 (1918).
13. R. D. Evans, R. A. Mugele, Rev. Sci. Instr. 7, 441 (1936).
14. R. D. Evans, W. Raitt, Phys. Rev. 48, 171 (1935).
15. A. Czalay, E. Csongor, Science 109, 146 (1949).
16. R. D. Evans, Phys. Rev. 45, 29 (1934).
17. R. D. Evans, Phys. Rev. 45, 38 (1934).
18. Ch. Santimay, Dh. Sobhana, Ind. J. Phys. 24, 346 (1951).
19. D. Peirson, Proc. Phys. Soc., Sec. B 64, 876 (1951).
20. K. Whithan, Trans. Am. Geophys. Un. 33, 902 (1952).
21. J. Joly, Phil. Mag. 22, 134 (1911).
22. R. D. Evans, Rev. Sci. Instr. 4, 222 (1934).
23. A. Gandin, J. Pannet, Anal. Chem. 20, 1154 (1948).
24. E. C. Anderson, R. L. Schuch, J. D. Perrings, W. H. Langham, Nucleonics 14, № 1, 26 (1956).

## Фосфатно-оксихинолиновый метод отделения и объемного определения циркония

*А. В. Виноградов, В. С. Шпинель*

Предлагаемый метод представляет собой комбинацию из общеизвестного фосфатного метода выделения циркония и определения циркония в виде оксихинолята. Авторами впервые применено выделение оксихинолята циркония из оксалатной среды после растворения осадка фосфата в щавелевой кислоте. Изучены условия отделения циркония от титана и тория при фосфатном осаждении и от ниобия и тантала при осаждении оксихинолята. Метод практически обеспечивает отделение циркония от всех сопутствующих элементов (кроме гафния) и дает возможность определять малые количества циркония (2—5 мкг) объемным способом с точностью  $\pm 2-4\%$ .

Основной недостаток большинства опубликованных в литературе весовых методов [1]—[5] заключается в необходимости применения больших навесок, что не позволяет определять миллиграммовые количества циркония.

В связи с этим для определения малых количеств циркония желательно найти быстрый объемный метод.

Большинство описанных в литературе объемных методов не находит практического применения из-за своей неспецифичности. Так, методы Савайя и Ямашита [6], Безье [7], Успенской, Гульдиной и Зверьковой [8], основанные на применении фторидного комплекса циркония, метод Золотухина [9], основанный на образовании комплекса циркония с винной кислотой, и некоторые комплексометрические методы, очевидно, применимы только для растворов, которые не содержат других элементов, образующих комплексы с соединениями.

Метод Чернихова и Успенской [10], в котором используется образование иодата циркония, неприменим, если в растворе присутствуют титан, торий, свинец, серебро и большие количества железа.

Другие авторы [11]—[13] разработали химию селективного отделения циркония от сопутствующих примесей. Однако эти схемы

или сложны, или недостаточно чувствительны. Нами намечен следующий путь: осаждение циркония в виде фосфата, превращение фосфата в оксихинолят и титрование последнего броматом.

Метод осаждения циркония в виде фосфата общеизвестен, он дает возможность отделить цирконий почти от всех сопутствующих элементов. Оксихинолят циркония редко применяется для аналитических целей.

Сю и Ветров [14] получали соединения циркония с оксихинолином из ацетатной среды, содержащей винную кислоту.

Баланеску [15] указывает, что при осаждении циркония оксихинолином из солянокислого или сернокислого раствора (с применением в качестве буфера ацетата аммония), а также из аммиачнотартратного раствора получают осадки непостоянного состава. Он рекомендует осажждать оксихинолят циркония из нитратного раствора в присутствии большого количества ацетата аммония. Титрование оксихинолята, растворенного в 50%-ной серной кислоте, 0,1N раствором бромид-бромата дает удовлетворительные результаты при титровании не более 12 мкг циркония. При больших количествах металла результаты получаются заниженными на 5—6%.

# ФОСФАТНО-ОКСИХИНОЛИНОВЫЙ МЕТОД ОТДЕЛЕНИЯ И ОБЪЕМНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦИРКОНИЯ

Все дальнейшие публикации по оксихиноляту циркония носят отрывочный характер [15]—[18].

## Результаты опытов

Прежде всего была выяснена возможность выделения оксихинолята циркония из оксалатной среды и титрования оксихинолята в соляной кислоте 0,05N раствором бромид-бромата. При этом избыток  $\text{KBrO}_3$  после прибавления  $\text{KJ}$  титровался раствором  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

К раствору сульфата циркония прибавлялся с избытком 10%-ный раствор щавелевой кислоты, сначала добавляли оксихинолин, а затем аммиак до выпадения осадка оксихинолята. После нагревания осадок отфильтровывался, промывался и растворялся в соляной кислоте. Раствор титровался, как обычно, бромид-броматом калия. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Выделение оксихинолята циркония из оксалатной среды (Навеска  $\text{Zr}$ —3,44 мг)

Расход 0,05N $\text{KBrO}_3$ на оксихинолят, мл	Найдено $\text{Zr}$ мг	Ошибка %
12,30	3,51	+2,04
12,24	3,49	+1,45
12,08	3,44	0,0
12,02	3,43	—0,29
12,22	3,48	1,16
11,82	3,37	—2,04
11,88	3,39	—1,45
11,76	3,35	—2,62
11,76	3,35	—2,62
Среднее	3,42	
Средняя квадратическая ошибка $\pm 0,064$ мг, или $\pm 1,86$ отн. %.		

Во всех таблицах дается истинный расход раствора бромата на оксихинолят, т. е. без избытка  $\text{KBrO}_3$ , определенного иодометрически.

Убедившись в возможности полного выделения циркония из оксалатного раствора оксихинолином, авторы осаждали известное количество циркония фосфатом аммония, оса-

док фосфата растворяли 10%-ным раствором щавелевой кислоты, осаждали оксихинолят описанным выше путем и титровали его, как обычно.

Таблица 2

Выделение циркония в виде фосфата с последующим переводом в оксихинолят (Навеска  $\text{Zr}$ —1,72 мг)

Расход 0,05N $\text{KBrO}_3$ на оксихинолят, мл	Найдено $\text{Zr}$ мг	Ошибка %
5,93	1,69	—1,7
5,98	1,70	—1,2
5,91	1,68	—2,3
6,06	1,73	+0,6
5,94	1,69	—1,7
5,94	1,69	—1,7
6,04	1,72	—0,0
6,09	1,74	+1,2
6,04	1,72	0,0
6,16	1,76	+2,3
Среднее	1,71	
Средняя квадратическая ошибка +0,0265 мг, или $\pm 1,55$ отн. %.		

Как видно из табл. 1 и 2, определение циркония в количестве 1,7—3,5 мг дает вполне удовлетворительные результаты.

Для установления нижнего предела применения данного метода авторы осаждали 0,34 мг циркония из 10 мл 10%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  фосфатом, переводили осадок в оксалатный раствор, осаждали оксихинолят и титровали его 0,01N раствором  $\text{KBrO}_3$ .

Таблица 3

Выделение циркония в виде фосфата и оксихинолята (Навеска  $\text{Zr}$ —0,39 мг)

Расход 0,01N $\text{KBrO}_3$ на оксихинолят, мл	Найдено $\text{Zr}$ мг	Ошибка %
5,66	0,32	—6,0
5,10	0,29	—14,7
5,76	0,33	—3,0
5,37	0,31	—9,0
5,59	0,32	—6,0
6,00	0,34	—0,0
5,72	0,33	—3,0
Среднее	0,32	

А. В. ВИНОВАТОВ, В. С. ШИНЕЛЬ

При выделении малых количеств циркония наблюдается (см. табл. 3) систематическая отрицательная ошибка, которую легко объяснить потерями при осаждении и промывании малых осадков (фосфата и оксихинолята).

Далее была разработана методика определения циркония в присутствии элементов, образующих труднорастворимые фосфаты в кислой среде, а именно: титана, тория, ниобия и тантала.

#### Определение циркония в присутствии титана

Как известно, титан дает труднорастворимый фосфат, соосаждающийся с фосфатом циркония. Поэтому авторы согласно указаниям Гиллебранда, осаждавая цирконий в присутствии титана, прибавляли 3 мл 30%-ной перекиси водорода. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Определение циркония в присутствии титана  
(Навеска Zr—3,44 мг)

Добавлено титана мг	Расход 0,05N KBrO <sub>3</sub> на оксигинолят, мл	Найдено Zr мг	Ошибка %
5,0	12,08	3,44	±0
5,0	11,83	3,36	—2,3
5,0	12,16	3,47	±0,9
5,0	11,89	3,39	—1,45
20,0	11,93	3,40	—1,20
20,0	11,98	3,41	—0,9
20,0	12,03	3,43	—0,3
20,0	12,03	3,43	—0,3
Среднее		3,42	

Таким образом, наличие даже шестикратных количеств титана не препятствует определению циркония. При содержании 80 мг титана захват его не превышает 0,1 мг при условии промывки осажженного фосфата промывной жидкостью, содержащей перекись водорода.

#### Определения циркония в присутствии тория

Опыты по определению циркония в присутствии тория показывают, что при повы-

шении концентраций серной кислоты до 20% (по объему) торий практически не осаждается в виде фосфата (табл. 5).

Таблица 5

Определение циркония в присутствии 40,0 мг ThO<sub>2</sub>  
(Концентрация H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20% (по объему);  
навеска Zr—3,44 мг)

Расход 0,05N KBrO <sub>3</sub> на оксигинолят, мл	Найдено Zr мг	Ошибка %
11,68	3,33	—3,20
11,76	3,35	—2,62
11,68	3,33	—3,20
12,22	3,48	—1,16
12,60	3,59	+3,78
12,04	3,43	—0,29
12,08	3,44	—0,0
Среднее	3,42	

#### Определения циркония в присутствии ниобия и тантала

Отделить цирконий от ниобия и тантала путем осаждения его в виде фосфата не удается: эти элементы соосаждаются. Авторы изучили возможность отделения циркония от этих элементов при помощи оксихинолина.

Для определения циркония в присутствии тантала к раствору 25 мг тантала в 3—4%-ной щавелевой кислоте (объем около 100 мл) прибавляли 2 мл раствора циркония (2,88 мг циркония) и 3 мл 3%-ного раствора оксихинолина, затем вливали 60—70 мл 20%-ного аммиака и подогревали до 70—80°. Одновременно с желтым осадком оксихинолята циркония выпадал белый осадок (гидроокиси тантала?), нерастворимый в соляной кислоте. Промытый осадок оксихинолята растворяли в HCl и титровали, как обычно. Результаты приведены в табл. 6.

В противоположность оксихиноляту циркония, выделяющемуся полностью в широких пределах pH (8,5—12,0), оксихинолят ниобия не осаждается из сильноаммиачного раствора pH (10,7—11,5). Поэтому осаждение циркония в присутствии ниобия проводилось точно в таких же условиях, как и осаждение в присутствии тантала. Результаты приведены в табл. 7.

**ФОСФАТНО-ОКСИХИНОЛИНОВЫЙ МЕТОД ОТДЕЛЕНИЯ И ОБЪЕМНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦИРКОНИЯ**

**Таблица 6**  
**Определение циркония в присутствии тантала**  
(Навеска Та—25 мг, Zr—2,88 мг)

Расход 0,05N бромата на оксихинолят мл	Найдено Zr мг	Ошибка	
		мг	%
10,02	2,86	—0,02	—0,69
10,28	2,93	+0,05	+1,74
10,30	2,94	+0,06	+2,08
10,06	2,87	—0,01	—0,35
9,68	2,76	—0,12	—4,17
9,42	2,68	—0,20	—6,94
10,00	2,85	—0,03	—1,04
10,26	2,92	+0,04	+1,39
10,28	2,93	+0,05	+1,74
Среднее	2,86		

**Таблица 7**  
**Определение циркония в присутствии ниобия**  
(Навеска Zr—2,88 мг)

Взято Nb мг	Расход 0,05N KBrO <sub>3</sub> на оксихи- нолят, мл	Найдено Zr, мг	Ошибка	
			мг	%
8,74	10,14	2,89	+0,01	+0,35
8,74	10,33	2,96	+0,08	+2,78
8,74	10,04	2,86	—0,02	—0,69
8,74	9,60	2,74	—0,14	—4,86
12,5	10,22	2,91	+0,03	+1,04
17,48	10,68	3,04	+0,16	+5,55
17,48	9,60	2,74	—0,14	—4,86
Среднее		2,90		

### Общая методика анализа

Навеска анализируемого материала берется с таким расчетом, чтобы содержание циркония было не менее 1 мг и не более 10—12 мг. При большом содержании циркония используются аликвотные части с содержанием 2—5 мг циркония. Растворение материала зависит от его свойств и может быть проведено различным образом, но в результате должен быть получен раствор с содержанием (по объему) около 10% серной кислоты.

**Осаждение фосфата циркония.** К полученному раствору объемом 50—60 мл прибавляется (если предполагается наличие титана)

3—5 мл 30%-ной перекиси водорода и 10%-ный фосфорнокислый аммоний  $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$  в 10—100-кратном избытке над предполагаемым количеством циркония.

Полученный раствор нагревается до 80—90° и отстаивается. В случае очень малого осадка оставляется на ночь.

Осадок фосфата циркония отфильтровывается через бумажный фильтр и промывается холодным 5%-ным раствором фосфата аммония в 5%-ной серной кислоте до исчезновения мути при нейтрализации аммиаком.

В случае наличия в исследуемом материале титана к промывной жидкости добавляются 1—2 мл 30%-ной перекиси водорода (пергидроль). Затем осадок промывается 3—4 раза жидкостью, не содержащей перекиси водорода, и растворяется на фильтре 10%-ным раствором щавелевой кислоты.

**Осаждение оксихинолята.** В полученный щавелевокислый раствор сначала прибавляется 3—5 мл 3%-ного раствора оксихинолина в 1%-ной уксусной кислоте, а затем—аммиак до полного выделения осадка оксихинолята циркония.

В случае предполагаемого наличия ниобия или тантала к раствору с раз у добавляется большой избыток аммиака или вливается раствор в избыток аммиака (60—70 мл крепкого аммиака). Затем смесь нагревается до 70—80° до коагуляции осадка, охлаждается и отфильтровывается. Осадок промывается 3—4 раза горячим (70—80°) 5%-ным раствором, а затем теплым раствором  $\text{NH}_4\text{Cl}$  той же концентрации до получения вполне бесцветных промывных вод.

**Титрование оксихинолята.** Осадок растворяется на фильтре горячей соляной кислотой (20% по объему), этой же кислотой фильтр промывается. Солянокислый раствор охлаждается и после добавления около 2 г бромистого калия и 3—4 капель индикатора метилового красного титруется в зависимости от предполагаемого содержания циркония 0,05—0,01N раствором  $\text{KBrO}_3$  до перехода окраски из оранжевой в чисто-желтую, после чего добавляется еще 2—3 мл раствора бромата и 5 мл 20%-ного раствора иодистого калия. Через 3—5 минут выделившийся иод титруется 0,05—0,01N раствором тиосульфата, в конце добавляется крахмал до исчезновения синей окраски.



А. В. ВИНОГРАДОВ, В. С. ШПИНЕЛЬ

## Вычисление содержания циркония.

$$\% \text{ Zr} = \frac{(n - aK) T}{m} 100,$$

где  $n$ —расход  $\text{KBrO}_3$  на титрование в  $\text{мл}$ ;  $a$ —расход  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  на обратное титрование в  $\text{мл}$ ;  $K$ —коэффициент пересчета раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  на раствор бромата;  $m$ —навеска вещества в  $\text{мг}$ ;  $T$ —титр раствора бромата по цирконию.

Коэффициент пересчета  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  на  $\text{KBrO}_3$  устанавливается путем прибавления к определенному объему раствора бромата 5  $\text{мл}$  20%-ного раствора иодистого калия и титрования раствором тиосульфата. 1  $\text{мл}$  0,05N раствора  $\text{KBrO}_3$  соответствует 0,285  $\text{мг}$  циркония.

Приведенная выше схема анализа является наиболее сложной, так как предусматривает наличие ряда элементов, осаждаемых оксихинолином в тех же условиях, что и цирконий.

При большом содержании циркония и отсутствии мешающих примесей возможно непосредственное осаждение оксидом оксихинолином и определение циркония в виде оксихинолята весовым путем. Коэффициент пересчета оксихинолята на цирконий равен 0,1376.

Предварительное осаждение в виде фосфата, очевидно, также излишне в присутствии таких элементов, как молибден, вольфрам, ванадий и ниобий, которые не дают ни осадка оксихинолята, ни гидрата окиси от совместного действия оксихинолина и избытка аммиака.

Необходимо также отметить, что вместо фосфатного осаждения возможно осаждение органическими кислотами, например фениларсоновой.

Метод применим для любых сплавов, содержащих цирконий, а также для циркониевых руд и полупродуктов.

Поступила в редакцию 15 VIII 1956 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. W. Fresenius, G. Jander, Handbuch der Anal. Chemie, Quantitative Bestimmungsmethoden IVb, 170—287 (1950).
2. C. H. Bailey, J. Chem. Soc. Trans. 49, 481 (1886).
3. C. A. Kumins, Anal. Chem. 19, 376 (1947).
4. A. Purushottam, S. V. Bhadur, Raghava Rao, Analyst 75, 684 (1950).
5. P. S. Marty, S. V. Bhadur, Raghava Rao, Z. Anal. Chem. 141, 93—96 (1954).
6. Tsuguo Sawaya, Masao Yamashita, J. Chem. Soc. Japan, Pure Chem. Sect. 72, 356 (1951).
7. D. Bezier, Chim. Anal. 36, 175 (1954).
8. Т. А. Успенская, Е. И. Гульдина, М. С. Зверькова, Заводская лаборатория, 9, 142 (1940).
9. В. Р. Золотухин, Труды Воронежского государственного университета XI (Химическое отделение), вып. 2 (1939).
10. Ю. А. Чернихов, Т. А. Успенская, Заводская лаборатория, 10, 248 (1941).
11. P. R. Subbaraman, K. S. Rajan, J. Sci. Ind. Research 13 B, 31—4 (1954).
12. G. W. C. Milner, P. I. Phennah, Analyst 79, 475—82 (1954).
13. Mulk Ray Verma, Sukh Deo Paul, Nature 173, 1237 (1954).
14. P. Süe, G. Wetloff, Bull. Soc. Chim. France 2, 1002—7 (1935).
15. Gr. Balanescu, Z. f. Anal. Chem. 101, 101 (1935).
16. T. Kiba, T. Ikeda, J. Chem. Soc. Japan. 60, 911 (1939).
17. J. Stachtchenko, Cl. Duval, Anal. Chim. Acta 5, 410 (1951).
18. T. A. Portcastle, Chem. Age, № 1764, 673 (1953).

## Натроотенит

*А. А. Черников, О. В. Крутецкая, Н. И. Органова*

Описывается новый минерал—водный уранофосфат натрия, встреченный в одном из гранодиоритовых массивов СССР. Минерал принадлежит к группе урановых слюдов и по свойствам близок к отениту.

В 1953 г. в одном из гранодиоритовых массивов СССР был обнаружен минерал, по внешним признакам очень похожий на отенит. Он представляет собой лимонно-желтые и салатно-желтые удлиненные или квадратные тонкопластинчатые пластинки с совершенной

Твердость 2—2,5. Блеск по плоскостям спайности (001) перламутровый, в других направлениях—стеклянный.

Минерал хорошо растворяется в кислотах, окрашивая раствор в желтовато-зеленый цвет. При нагревании в закрытой трубке вы-

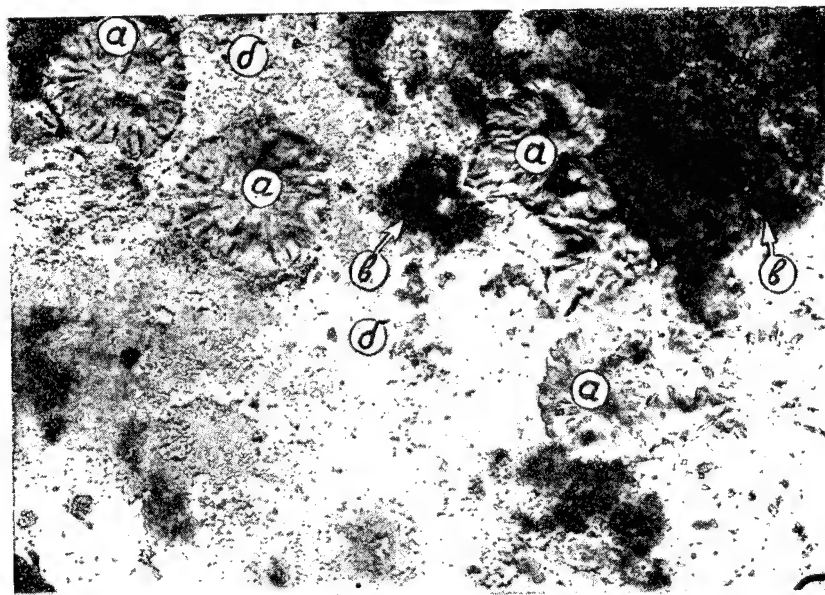


Рис. 1.

а—выделение натроотенита (×5); б—каолинит; в—лимонит.

спайностью по (001) и менее совершенной по (100). Пластинки, образующие чешуе- и веерообразные скопления, а иногда пучки радиально-лучистого строения (рис. 1), хрупки.

деляет воду, становясь соломенно-желтым и рыхлым. С бурой и фосфорной солью дает отчетливую реакцию на уран.

В ультрафиолетовых лучах минерал лю-

А. А. ЧЕРНИКОВ, О. В. КРУТЕЦКАЯ, Н. И. ОРГАНОВА

минесцирует ярким зеленовато-желтым цветом. Спектр люминесценции и микрофотограмма натроотенита очень похожи на спектр и микрофотограмму отенита (рис. 2). Под микроскопом в иммерсии видны хорошо выраженные кристаллы квадратного очертания

Как видно, оптические свойства натроотенита очень близки к оптическим свойствам отенита, приведенным в литературе [1]—[3].

Спектральный анализ, произведенный в спектральной лаборатории ИГЕМ (Институт геологии рудных месторождений, мине-

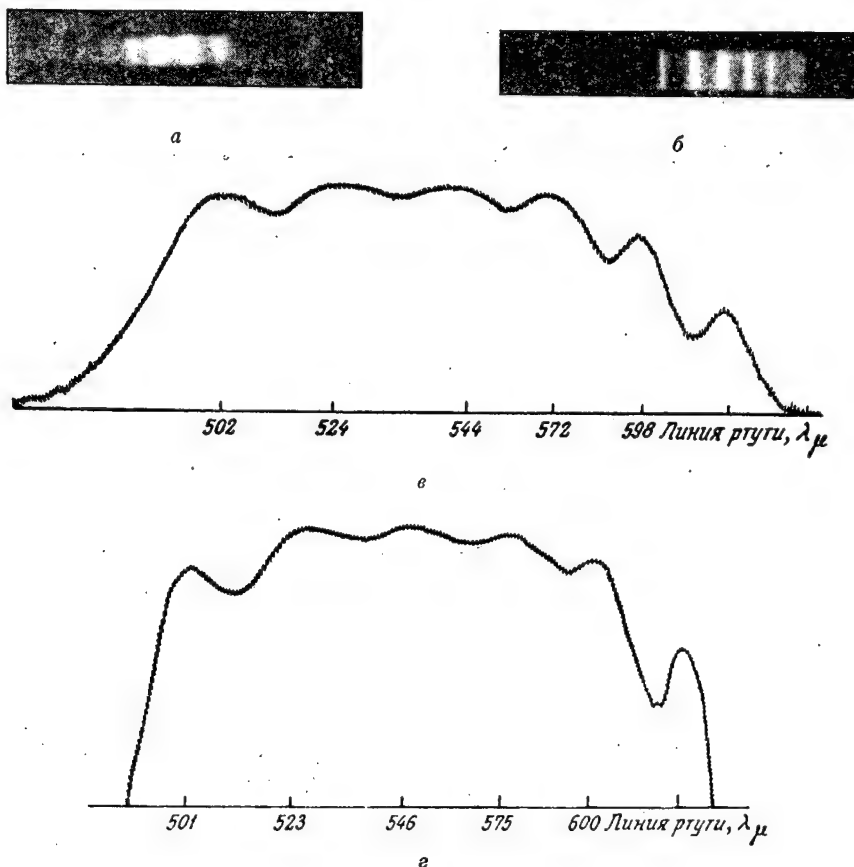


Рис. 2.

а—спектр люминесценции натроотенита; б—спектр люминесценции отенита;  
в—микрофотограмма натроотенита; г—микрофотограмма отенита. (Снято старшим научным сотрудником ИГЕМ АН СССР Е. С. Рудницкой).

зеленовато-желтого и бледно-желтого цвета; интерференционная окраска бледно-желтая.

Кристаллы, только что взятые из горных выработок, одноосны, оптически отрицательны,  $N_0=1,578$ ,  $N_e=1,559$ , плеохроизм слабый, по  $N_0$  светло-желтый, по  $N_e$  бледно-желтый. После двухсуточной выдержки кристаллов при температуре 35—40° величины показателей преломления возрастают для  $N_0$  до 1,585 и для  $N_e$ —до 1,564.

ралогии, геохимии и петрографии), показал, что минерал содержит большие количества урана и фосфора, целые проценты натрия, до 1% железа и небольшие количества кальция, алюминия и кремния.

На основании этих данных для химического анализа двух образцов натроотенита была выбрана следующая схема.

Навеска обрабатывалась хлорной кислотой. Кремнекислота отфильтровывалась и определялась, как обычно. Для выделения из

## НАТРООТЕНИТ

фильтрата осадка, состоявшего из фосфатов железа, алюминия и урана, использовался аммиак, не содержащий примеси углекислоты. Осадок отфильтровывался, промывался, растворялся в серной кислоте и обрабатывался купфером после предварительного восстановления урана гидросульфитом натрия. В осадок выделялись уран и железо, в растворе были фосфор и алюминий. Осадок сжигался, сплавлялся с кислым сернокислым калием, растворялся в серной кислоте и вновь обрабатывался купфером после окисления урана до шестивалентного состояния. Полученное в осадке железо прокаливало и взвешивалось в виде окиси  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Делалась проверка на присутствие титана.

Фильтрат, содержащий фосфор и алюминий, обрабатывался азотной кислотой до разрушения в нем купферона и делился на аликвотные части. В одной из них определялся фосфор (осаждением в виде фосфата магния и прокаливанием до пирофосфата), в другой—алюминий (колориметрическим методом с арсеназо).

Уран определялся по методу П. А. Волкова [4] из отдельной навески. Сущность метода заключается в том, что уран восста-

навливают гидросульфатом натрия до четырехвалентного урана. Осадок растворяют в 33%-ной серной кислоте и титруют раствором бихромата калия.

В случае недостаточности материала уран можно определить из купферонового раствора.

Кальций и магний определялись в фильтрате после осаждения  $\text{R}^{3+}$  обычными весовыми методами: кальций в виде оксалата, магний в виде пирофосфата.

Определение калия и натрия производилось по методу Смита.

Гигроскопическая вода ( $\text{H}_2\text{O}^-$ ) определялась высушиванием навески до постоянного веса при температуре  $105-110^\circ$ , а связанная вода ( $\text{H}_2\text{O}^+$ )—по методу Пенфильда.

Результаты двух химических анализов натроотенита приведены в табл. 1

В первом анализе для формулы  $\text{Na}_2(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  натрия не хватает. Может быть, это обстоятельство связано с тем, что анализируемый образец содержал в качестве примеси инородный материал.

Результаты анализа второго образца, более чисто отобранного, довольно точно отвечают формуле  $\text{Na}_2(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . Здесь несколько занижено лишь содержание воды,

Таблица 1

	I			II			III		
	%	Молекулярные количества	Отношение молекулярных количеств	%	Молекулярные количества	Отношение молекулярных количеств	%	Молекулярные количества	Отношение молекулярных количеств
$\text{UO}_3$	61,9	0,209	1,91	62,53	0,215	2,1	62,18	0,218	2
$\text{P}_2\text{O}_5$	15,56	0,109	1,00	14,69	0,104	1,0	15,43	0,109	1
$\text{Na}_2\text{O}$	5,62	0,09	0,83	6,88	0,111	1,06	6,74	0,109	1
$\text{CaO}$	1,2	0,021	0,19	0,14	—	—	—	—	—
$\text{SiO}_2$	1,6	0,027	0,25	—	—	—	—	—	—
$\text{CO}_2$	0,24	0,006	0,006	—	—	—	—	—	—
$\text{MgO}$	0,43	0,01	0,01	—	—	—	—	—	—
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,32	0,03	0,03	—	—	—	—	—	—
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,97	0,006	0,006	—	—	—	—	—	—
$\text{H}_2\text{O}^+ 4,05$									
$\text{H}_2\text{O}^- 9,02$	13,07	0,728	6,66	14,84	0,824	7,9	15,65	0,87	8
Сумма	100,91			99,08			100,00		

Примечание. I и II—состав природного натроотенита (I—анализ выполнен младшим научным сотрудником ИГЕМ АН СССР О. В. Крутецкой; II—определение урана, фосфора и воды выполнено старшим лаборантом ИГЕМ АН СССР В. И. Литенковой, натрия и кальция—О. В. Крутецкой); III—теоретический состав для формулы  $\text{Na}_2(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

А. А. ЧЕРНИКОВ, О. В. КРУТЕЦКАЯ, Н. И. ОРГАНОВА

Таблица 2

Условия съемки: Си-излучение, диаметр камеры 57,9 мм, диаметр образца 0,6 мм.

№ п. п.	Натроотенит			Синтезированный отенит (Е. Н. Леонова)			Синтезированный водородный отенит (Е. Н. Леонова)		
	I	$d_\alpha$	(hkl)	I	$d_\alpha$	(hkl)	I	$d_\alpha$	(hkl)
1	5	8,57	001	6	8,46	001	5	8,45	001
2	4	5,40	101	3	5,41	110, 101	4	5,77	110
3	5	4,32	002	1	4,91		6	4,30	111
4				5	4,168	002			
5	2	4,03		2	4,00		1	3,85	
6	10	3,67	102	10	3,65	102	3	3,71	102
7	5	3,49	200	4	3,51	200	10	3,56	200
8	7	3,23	112	6	3,25	120	10	3,28	112, 201
9	5	2,94	121	4	2,93	121	8	2,97	121
10				2	2,77	003			
11	8	2,675	103	8	2,62	103	5	2,69	103
12	4	2,54	122	3	2,53	122	4	2,57	122
13	3	2,46	113	3	2,46	113	4	2,49	113
14	4	2,36	221	2	2,40	221	7	2,39	221
15				2	2,34				
16				3	2,27	301			
17	3	2,20	130	4	2,23	130			
18				3	2,16	131			
19	3	2,16	004	7	2,11	123, 004	3	2,19	004
20	6	2,12	123				2	2,14	123
21	5ш	2,05	104, 302	5	2,04	104	6	2,09	104
22	5	1,984	114	7	1,96	230	4	2,00	114
23	2	1,889	231	1	1,90	231	4	1,908	231
24	3	1,845	204	5	1,81	303, 204	3	1,854	222
25	4	1,816	303						
26	3	1,768	124		1,78		4	1,79	124
27				5ш {		400	2	1,745	400
28	3	1,746	133, 400		1,76		3	1,729	
29	3	1,711	005	4	1,70	005	4	1,655	115
30	7	1,639	115	10	1,59	115	2	1,62	
31	4	1,614	224				5	1,574	303
32	2	1,576	304	3	1,58	304			
33	8ш {	1,566	205, 134	8	1,53	134, 303			
34	3	1,461							
35	3	1,449	006	1	1,49		2	1,468	006
36	4	1,420	106	1	1,487		1	1,435	106
37							2	1,407	
38	2	1,386		5	1,385		6	1,380	
39	7	1,364		6	1,35				
40	4	1,322		2	1,34		1	1,330	
41	3	1,298							
42	1	1,282							
43	2	1,259		4	1,260		2	1,267	
44	2ш {	1,240					2	1,243	
45		1,214					2	1,224	
46	2ш {	1,200					1	1,204	
47		1,187		6	1,19		1	1,193	
48	6ш {	1,166		2	1,159				
49		1,156							
49	1	1,141		3	1,136				
50	3	1,111		1	1,115		1	1,110	
51	3	1,097					1	1,099	
52							1	1,086	

## НАТРООТЕНИТ

Продолжение табл. 2

№ п. п.	Натроотенит			Синтезированный отенит (Е. Н. Леонова)			Синтезированный водородный отенит (Е. Н. Леонова)		
	I	$d_\alpha$	(hkl)	I	$d_\alpha$	(hkl)	I	$d_\alpha$	(hkl)
53	5	1,074		5	1,074		6	1,046	
54	3	1,048					1	1,039	
55									
56	1	1,024		2	1,024				
57	5	0,985		1	1,008				
58				3	0,988				
59	2	0,967							
60	5	0,950							
61				3	0,902				
62				1	0,88				
63	3	0,858		1	0,87				

Таблица 3

	Натроотенит	Синтезированный кальциевый отенит	Синтезированный водородный отенит
$a$	6,97Å	7,04Å	7,07Å
$c$	8,69Å	8,46Å	8,80Å
$c/a$	1,245	1,20	1,245

что, очевидно, связано, как и у большинства слюдок, с потерей ее в сухой атмосфере.

Не исключена возможность, что в первом образце мы имеем дело с изоморфным замещением натрия кальцием.

В опубликованных химических анализах природного отенита [1]—[3] натрия отсутствует, однако Фейрчайльдом [5] было установлено, что в искусственных отенитах натрия легко замещает кальций.

Сравнение данных порошковых (табл. 2) природного натроотенита и искусственных водородного и кальциевого отенита, синтезированных младшим научным сотрудником ИГЕМ АН СССР Е. Н. Леоновой (данные не опубликованы), указывает на родственность их структур. Все приведенные рентгенограммы были проиндцированы Н. И. Органовой с помощью кривых Хелла для тетрагональной сингонии. Среди выведенных индексов отсутствуют индексы типа  $n00$ ,  $n2n0$ ,  $2n2n0$ . Это говорит о том, что все снятые отениты принадлежат к пространственной группе  $p4/nmm$ . Размеры элементарных ячеек у изученных образцов также оказались близкими (табл. 3).

Расчеты указывают на принадлежность образцов к метагруппе. По аналогии с известным в литературе [1], [2] кальциевым метаотенитом можно заключить, что в элементарной ячейке метанатроотенита находится одна молекула  $Na_2(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$ .

В соответствии с этим предположением

вычислялся удельный вес минерала, он оказался равным  $3,89 \text{ г/см}^3$ . Экспериментальное определение удельного веса, выполненное В. С. Амелиной, дало величину  $3,584 \text{ г/см}^3$ .

Полученное расхождение, по-видимому, нельзя объяснить только пористостью анализированного образца. Вероятно, оно связано с переменным содержанием воды в отенитах. Уменьшение количества воды в метаотенитах по сравнению с отенитами сопровождается увеличением удельного веса. Так как при приготовлении образца для рентгеновской съемки материал растирался, часть воды могла уйти из решетки и вызвать расхождение в вычисленном и экспериментальном удельных весах.

Из приведенного материала видно, что натроотенит по свойствам очень близок к отениту (цвет, форма кристаллов, тип люминесценции, структура, оптические свойства) и отличается от него только химическим составом.

Поступила в редакцию 25 II 1957 г.



А. А. ЧЕРНИКОВ, О. В. КРУТЕЦКАЯ, Н. И. ОРГАНОВА

#### ЛИТЕРАТУРА

1. О. М. Шубникова, Минералы редких элементов и их диагностика, Москва, 1952 г.
2. Дж. Д. Дэна, Э. С. Дэна, Ч. Пелач, Г. Берман, К. Фрондель, Система минералогии. Т. 2, полутом 2, Москва, 1954 г.
3. I. Beintema, Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas. 57, № 1, 155—175 (1932).
4. П. Н. Палей, Исследование в области геологии, химии и металлургии (Доклады советской делегации на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии), Изд. АН СССР, 1955 г., стр. 21.
5. I. G. Fairchild, Am. Mineralogist 14, 7—8 (1929).
6. В. Ф. Гиллебранд и Г. Э. Лендель, Практическое руководство по неорганическому анализу, Москва, 1935 г.
7. В. И. Кузнецов, Р. Б. Голубцова, Заводская лаборатория, № 2 (1956).
8. А. И. Пономарев, Методы химического анализа минералов и горных пород. Т. 1. Москва, 1951 г.

## **Индивидуальная защита при ремонтных работах в условиях радиоактивного загрязнения**

*С. М. Городинский, В. Л. Щербаков*

Рассматриваются основные особенности защиты при проведении ремонтных работ в условиях радиоактивных загрязнений и определяются основные организационные принципы индивидуальной защиты лиц, ведущих ремонтные работы. Дается краткое описание конструкций отдельных средств индивидуальной защиты и их эксплуатационная характеристика. Особое внимание уделяется конкретной области применения тех или иных средств индивидуальной защиты. Статья рассчитана на лиц, непосредственно ведущих работы с радиоактивными веществами, а также работающих в области радиационной безопасности.

В комплексе защитных и профилактических мероприятий при работе с радиоактивными веществами важное место занимает правильное проведение ремонтных и аварийных работ.

При ремонте и демонтаже загрязненного радиоактивными веществами лабораторного оборудования, а также при авариях, которые могут произойти в любой исследовательской «горячей» лаборатории, увеличивается возможность попадания радиоактивных загрязнений в воздух рабочих помещений, на оборудование, полы, стены и непосредственно на людей, производящих ремонт. Это может привести к переоблучению работающих и, что особенно опасно, к попаданию радиоактивных веществ внутрь организма в количествах, превышающих предельно допустимые дозы.

Эффективная защита при ремонтных и аварийных работах в условиях радиоактивной загрязненности сводится к защите лиц, проводящих ремонтные и аварийные работы, и предупреждению разнеса радиоактивных загрязнений по чистым помещениям и территории.

Защита лиц, проводящих ремонтные и аварийные работы, значительно осложняется из-за того, что эти работы проводятся несистематически и зачастую не могут быть зара-

нее предусмотрены. Поэтому при проектировании и оборудовании лаборатории полная механизация ремонтных работ в большинстве случаев не может быть предусмотрена. Нередко в ремонте нуждаются то оборудование и те механизмы, которые сами должны быть использованы при ремонте. Например, выход из строя различных манипуляторов, вентиляционных агрегатов и вытяжных шкафов так же, как и вскрытие емкостей или загрязненных коммуникаций, создает особо неблагоприятные санитарно-гигиенические условия и усложняет проведение ремонтных работ.

Если обычно работы со средними и большими количествами  $\gamma$ -источателей проводятся за свинцовой или бетонной защитой с применением дистанционного управления в специальных камерах (боксах) и шкафах, то при ремонтных работах имеет место большое число ручных операций и непосредственный контакт работающих с оборудованием, загрязненным радиоактивными веществами, причем эффективная защита не может быть обеспечена экранированием или удалением рабочего от загрязненного предмета.

Наиболее реальными в данном случае являются предварительная дезактивация оборудования и поверхностей в местах проведения ремонтных работ (для снижения мощности дозы  $\gamma$ -излучения) и «защита време-

нем», т. е. такое сокращение времени работы, когда облучение каждого работающего не превышает 0,05 р за рабочий день. Укорочение рабочего времени в несколько раз сопровождается увеличением числа лиц, занятых на ремонтных работах.

Специфичной особенностью ремонта оборудования, загрязненного радиоактивными веществами, является возможность разноса радиоактивных веществ по чистым помещениям и территории и значительное загрязнение последних. Этому способствуют вскрытие герметичных боксов, ремонт вытяжных шкафов, емкостей, коммуникаций. Опыт работы показывает, что на спецодежде и руках работающих, а также на инструментах может разноситься значительное количество радиоактивных загрязнений.

Вопросу правильной планировки рабочих помещений с целью предотвращения возможности разноса радиоактивных загрязнений в литературе уделяется серьезное внимание [1]—[3].

Защита самих работающих в силу изложенных выше особенностей ремонтных работ в большинстве случаев делает невозможным использование общих защитных мероприятий (герметизацию, дистанционное управление и т. п.). Поэтому лица, ведущие ремонтные и аварийные работы, защищаются главным образом индивидуальными средствами и способами, которые в данных условиях приобретают первостепенное значение.

Индивидуальная защита лиц, ведущих ремонтные и аварийные работы в условиях радиоактивных загрязнений, сводится к следующему:

1) защите от  $\gamma$ -излучения, которая заключается в основном в сокращении рабочего времени;

2) защите дыхательных путей от попадания радиоактивных веществ и проникновения их внутрь организма;

3) защите от попадания радиоактивных загрязнений на кожу.

Вопрос о защите от  $\gamma$ -излучения, в частности регламентация допустимого времени работы в зависимости от суммарной дозы облучения, достаточно полно отражен в работах отечественных и зарубежных авторов [4]—[7].

Индивидуальные средства не могут защитить от нейтронного и  $\gamma$ -излучения и предназначены для предупреждения попадания ра-

диоактивных веществ на поверхность тела и внутрь организма [8], [9].

Существенной особенностью использования средств индивидуальной защиты при работе с открытыми радиоактивными веществами является необходимость последующей тщательной очистки их от радиоактивных загрязнений.

Поэтому при работе с радиоактивными веществами к средствам индивидуальной защиты предъявляется ряд требований. Особое внимание уделяется правильному выбору конструкций и материала, из которого изготавливаются отдельные предметы индивидуальной защиты. Наряду с удобствами работы и общегигиеническими требованиями средства индивидуальной защиты должны:

1) предохранять от попадания радиоактивных веществ на кожу и внутрь организма, а также защищать полностью кожу от внешнего  $\alpha$ - и частично  $\beta$ -излучения;

2) легко очищаться от радиоактивных загрязнений или быть настолько дешевыми, что в случае загрязнения выше предельно допустимых уровней их можно уничтожить.

Эти требования являются основными, и для их соблюдения иногда приходится частично жертвовать удобствами в работе. Выполнить их можно путем подбора соответствующего материала и выбора конструкции того или иного защитного приспособления. Защитная одежда и другие средства индивидуальной защиты должны надежно защищать от радиоактивных загрязнений, быть удобными при работе, иметь минимальное количество швов и для облегчения последующей очистки изготавливаться из однородного материала. Материал должен обладать минимальной проницаемостью, быть достаточно дешевым или же легко очищаться от попавших на него загрязнений, так как очистка многих материалов, сильно загрязненных радиоактивными веществами, громоздка и весьма затруднительна.

В настоящее время рядом советских исследователей созданы пластикаты и резины, легко очищающиеся от радиоактивных загрязнений: некоторые полимерные материалы, пластикаты и пленки на основе полиэтилена и поливинилхлоридов, отдельные рецептуры резин, органическое стекло и некоторые другие.

Чрезвычайно существенным вопросом является правильное использование хлопчатобумажных тканей, которые, как известно,

## ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

в силу целого ряда свойств являются удобными для изготовления наиболее массовых видов различной спецодежды. Опыт работы с радиоактивными веществами показал, что при незначительных загрязнениях, имеющих место в лабораторных условиях, с успехом могут быть применены хлопчатобумажные ткани, которые при своевременной стирке хорошо очищаются. В качестве спецодежды в данных случаях используются халаты, полукомбинезоны, комбинезоны, шапочки из белой хлопчатобумажной ткани.

Однако при значительных загрязнениях радиоактивными веществами, которые могут произойти при проведении ремонтных работ, хлопчатобумажная ткань не может обеспечить надежной защиты поверхности тела, поэтому поверх хлопчатобумажной надевается дополнительная пленочная спецодежда [8], [9]. Так как пленочная спецодежда хорошо очищается, ношение ее поверх хлопчатобумажной дает значительный экономический эффект. Персоналу, ведущему аварийные и ремонтные работы в условиях радиоактивного загрязнения, в качестве верхней хлопчатобумажной спецодежды следует применять глухой комбинезон из белой ткани с атласным переплетением. При подобных работах возможно загрязнение нижнего белья, поэтому наряду с верхней спецодеждой следует выдавать спецбелье. При правильном использовании санпропускников это предотвращает возможность разнеса радиоактивных загрязнений в жилые помещения. Необходимость использования белых хлопчатобумажных тканей (например, для верхней спецодежды—молескина арт. 555, 553, для спецбелья—бязи арт. 26, 28) вызвана тем, что введение красителей ухудшает десорбционные свойства ткани и она значительно хуже отстирывается от радиоактивных загрязнений.

Чаще всего загрязняются руки, поэтому для их защиты применяются резиновые и пластиковые перчатки (Лучшей конструкцией следует считать перчатки арт. 374). Перчатки требуют особого ухода, так как небрежность в обращении с ними может привести к загрязнению их внутренней поверхности. В случае разрыва или прокола их надо немедленно заменить новыми.

Весьма важным вопросом является выбор обуви для ремонтных рабочих. При значительных загрязнениях обычная обувь (кожаная и резиновая) легко сорбирует радиоактив-

ные вещества и чрезвычайно трудно очищается. Кроме того, через обувь могут загрязняться чистые помещения. Поэтому в этих случаях целесообразно применение обуви типа легко очищающихся пластиковых бахил или специальных сапог, которые снимаются сразу после выхода из особо загрязненных помещений. Спенс [2] для этих целей рекомендует применение парусиновых чехлов, которые надеваются на обычную обувь.

Как указывалось выше, вскрытие и демонтаж оборудования могут сопровождаться значительным загрязнением воздушной среды радиоактивными газами и аэрозолями. Вследствие этого создается возможность попадания их в организм через дыхательные пути. По общепризнанному мнению, этот путь поступления радиоактивных веществ в организм представляет наибольшую опасность для здоровья [10]—[12], поэтому средства индивидуальной защиты органов дыхания при ремонтных и аварийных работах приобретают важное значение.

К числу средств индивидуальной защиты, обеспечивающих защиту органов дыхания, следует отнести респираторы, противогазы и пневмокостюмы, нашедшие в настоящее время широкое применение в отечественной и зарубежной практике (рис. 1 и 2).

Пневмокостюмы из пластика полностью изолируют тело и органы дыхания работающих от окружающей среды. Для дыхания и вентиляции подкостюмного пространства в пневмокостюмы постоянно подается поток чистого воздуха. Подача воздуха осуществляется по специальному шлангу от стационарных пневмолиний или при некоторых ремонтных работах (в исключительных случаях) от переносных вентиляторов высокого давления. В связи с тем что в пневмокостюме непрерывно подается чистый воздух, работающий в течение длительного времени может находиться в загрязненном радиоактивными аэрозолями и газами помещении, не подвергаясь опасности вдыхания радиоактивных веществ и не испытывая ухудшения самочувствия. Время пребывания в помещении регламентируется в данном случае наличием нейтронных и  $\gamma$ -полей, превышающих предельно допустимые уровни.

Пневмокостюмы могут быть использованы при следующих работах: демонтаже и ремонте оборудования; осмотре вентиляционных установок и горячих камер; расфасовке по-

С. М. ГОРОДИНСКИЙ, В. Л. ШЕРБАКОВ

рошкообразных радиоактивных веществ и приготвлении радиоактивных растворов, ес-

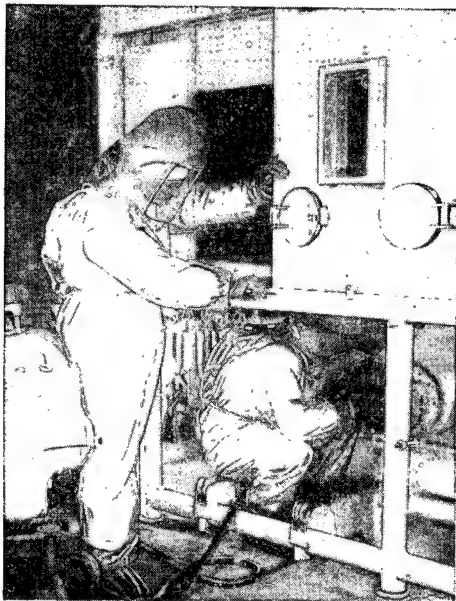


Рис. 1. Проведение работы по ремонту тяжелых боксов в пневмокостюмах ЛГ-2.

ли эти работы не могут быть проведены в герметичном шкафу; уборке загрязненных помещений; сборе рассыпанных и пролитых радиоактивных веществ и целом ряде других работ, сопровождающихся загрязнением воздуха и поверхностей. Применение пневмокостюмов имеет некоторое ограничение при работах с постоянным перемещением на большие расстояния, так как радиус передвижения лимитируется длиной шланга.

В настоящее время в Советском Союзе применяются пневмокостюмы типа ЛГ-1 и ЛГ-2.

Пневмокостюм ЛГ-2 (рис. 3), полностью изготовленный из пластика, имеет мягкий шлем со смотровым стеклом, составляющим единое целое с комбинезоном.

Конструкция пневмокостюма обеспечивает обдувание воздухом всего работающего, что создает возможность нормальной терморегуляции, а также обеспечивает полную защиту поверхности тела от попадания радиоактивных загрязнений.

В отличие от фильтрующих противогазов и респираторов органы дыхания работающего совершенно изолированы от окружающего загрязненного воздуха, обеспечена хорошая

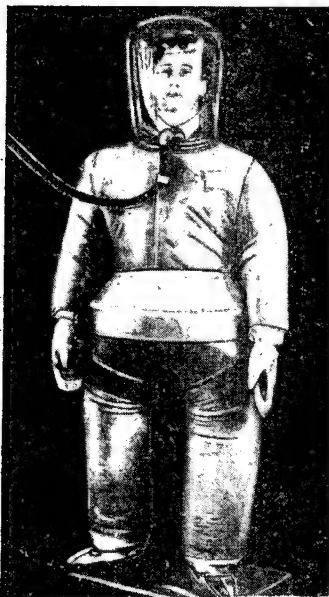


Рис. 2. Тип пневмокостюма, применяемого в Англии для работы с радиоактивными веществами.



Рис. 3. Пневмокостюм ЛГ-2.  
1—пластиковый комбинезон; 2—подвернутый «лаз», 3—шланг; 4—выхлопной клапан; 5—смотровое стекло.

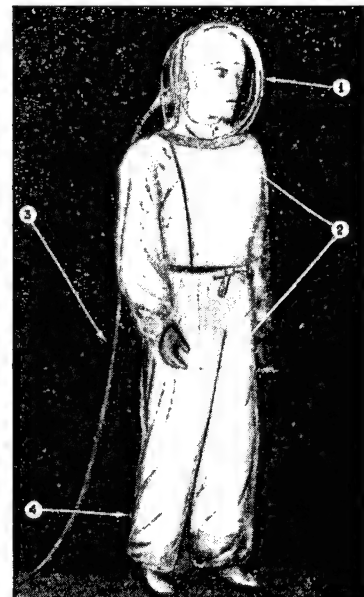


Рис. 4. Пневмокостюм ЛГ-1.  
1—шлем (сфандер) из органического стекла; 2—пластиковый комбинезон; 3—шланг; 4—выхлопной клапан.



## ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

видимость, отсутствует сжатие головы и раздражение кожи лица, глаза защищены от действия  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения. Пластикат, из которого изготавливается комбинезон, легко очищается от радиоактивных загрязнений растворами кислот и щелочей.

Воздухоподводящая часть пневмокостюма состоит из гладкого шланга и нагнетающего вентилятора.

Пневмокостюм ЛГ-1 (рис. 4) состоит из плексигласового прозрачного шлема, пластикового комбинезона специальной конструкции и воздухоподводящей части.

Конструкция пневмокостюма ЛГ-1 также обеспечивает обдувание воздухом и полную защиту поверхности тела и органов дыхания от попадания радиоактивных загрязнений. Однако наличие жесткого шлема ограничивает применение пневмокостюма ЛГ-1. Так, например, при проведении работ в тесных и узких местах, где работать в пневмокостюме с жестким шлемом неудобно, целесообразно применение пневмокостюма ЛГ-2.

Пневмокостюмы надеваются на обычный хлопчатобумажный комбинезон в чистом, не загрязненном радиоактивными веществами помещении.

Сравнительные исследования физиологических сдвигов в организме при работе, выполняемой в пневмокостюме, показали, что в нем создаются наиболее благоприятные условия для организма по сравнению с другими применяемыми в настоящее время видами индивидуальной защиты (например, фильтрующими противогазами и респираторами, шланговыми противогазами с глухими комбинезонами и др.). Кроме того, установлено, что для создания наиболее благоприятных условий работы в пневмокостюме требуется 160—200 л воздуха в минуту, или 10—15 м<sup>3</sup> в час, при давлении 50 мм вод. ст. на входе. В этих условиях работающий не ощущает перегрева тела, потоотделение не нарушается, и в то же время воздух излишне не раздувает костюм. Количество подаваемого воздуха достаточно для поддержания некоторого противодействия и при небольших разрывах препятствует проникновению окружающего загрязненного воздуха. Избыток воздуха выходит через клапаны, расположенные в брюках.

В связи с тем что пневмокостюмы используются на наиболее загрязненных участках

и в процессе эксплуатации оказываются в значительной степени загрязненными радиоактивными веществами, их очистку следует производить после каждой рабочей смены. С целью предотвращения разноса радиоактивных загрязнений предварительная дезактивация проводится непосредственно на работающем. Работающий в пневмокостюме становится под душ или обмывается водой из шланга с сетчатой насадкой. Тщательно проведенная предварительная дезактивация исключает возможность загрязнения рук работающего при снятии пневмокостюма (типа ЛГ) и сводит к минимуму разнос радиоактивных загрязнений по помещениям. Окончательная очистка пневмокостюмов производится в помещениях спецпрачечной, предназначенных для дезактивации пластиковой спецодежды.

При ведении некоторых ремонтных работ необходимо защищать только органы дыхания. Там, где имеются условия для подачи воздуха через шланг, можно применять один скафандр от пневмокостюма ЛГ-1. Менее удобна, но возможна работа в шланговом протитовгазе типа ПШ-2.

Применение респираторов для защиты от радиоактивных аэрозолей следует ограничить по ряду причин. Фильтры большинства респираторов не обеспечивают полной фильтрации воздуха (фильтрация воздуха осуществляется лишь до 80—97%).

В большинстве случаев респираторы недостаточно герметично прилегают к лицу, поэтому возможен проскок, недопустимый при установленных жестких предельных нормах (порядка  $10^{-11}$ — $10^{-12}$  кюри/л). Материалы, из которых изготавливаются респираторы (резина, ткань), быстро загрязняются, и очистка их весьма затруднительна.

Наиболее простым и в то же время надежным является противопылевой бесклапанный респиратор одноразового использования («Лепесток») [9], в основу конструкции которого положен новый фильтрующий материал ФН. Герметичность обтюратора нового типа обеспечивается электростатическими свойствами ткани и надежной фиксацией респиратора на лице. Респиратор «Лепесток» имеет небольшой вес (10 г) и эффективность не ниже 99,9% для наиболее проникающих аэрозолей (с радиусом частиц 0,15—0,2 мк) при малом сопротивлении дыханию, удобен и



С. М. ГОРОДИНСКИЙ, В. Л. ЩЕРБАКОВ

прост в обращении и не требует специального ухода (рис. 5).

Несомненный интерес представляет респиратор ШБ-2 (конструкция Шатского и др. [13]), который с успехом может быть применен при ряде ремонтных работ в условиях загрязнения воздуха радиоактивными аэро-

(радона, торона и др.) не обеспечивают ни существующие респираторы, ни фильтрующие противогазы. Поэтому при превышении допустимых норм содержания в воздухе инертных радиоактивных газов следует применять шланговые аппараты, изолирующие органы дыхания (плексигласовый шлем от пневмо-



Рис. 5. Респиратор ШБ-1 «Лепесток».

золями. Респиратор сконструирован в виде фильтра-шлема-маски, закрывающей все лицо и голову (рис. 6). Герметизация респиратора на лице, голове и шее осуществляется с помощью трех последовательных обтюраторов, обеспечивающих фильтрацию воздуха на трех этапах, полностью компенсирующих подсос нефильтрованного воздуха у краев респиратора через дефекты герметичности. При этом эффективность респиратора равна эффективности фильтрующего материала (99,99%). Легкость конструкции (вес 60 г) и небольшое сопротивление дыханию (3—4 мм вод. ст.) дают основания для применения его при работе в условиях содержания в воздухе очень высоких концентраций аэрозолей.

В настоящее время разработаны другие конструкции респираторов и противогазов, обеспечивающих очистку вдыхаемого воздуха от радиоактивных аэрозолей и некоторых газов (иода, брома и др.). Следует отметить, что защиту от инертных радиоактивных газов

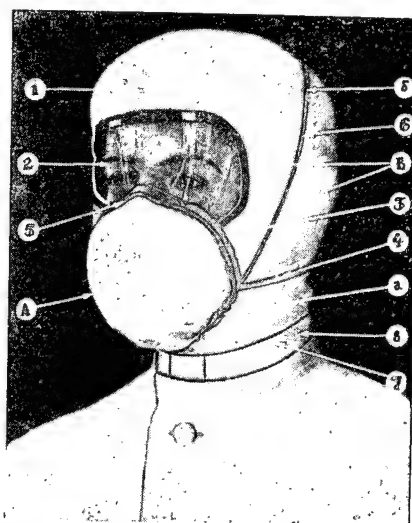


Рис. 6. Респиратор ШБ-2.

1—корпус; 2—смотровое окно; 3—кромка резинового шнура; 4—верхняя лямка; 5—пластинка; 6—резиновый шнур; 7—нижняя лямка; 8—зона основного фильтра (эффективная поверхность); 9—зона 1-го и 11-го компенсаторных фильтров; 10—лицевой обтюратор; 11—средний обтюратор; 12—шейный обтюратор.

костюма ЛГ-1, противогаз ПШ-2), а также балонные изолирующие противогазы типа КИП-5 и др.

Огромное значение имеет правильная организация ремонтных работ, основанная на тщательной подготовке персонала, минимальном пребывании в зоне возможного воздействия на организм радиоактивных веществ и строгой локализации зоны ремонта (отделении ее от других помещений).

Подготовка к ремонтным работам должна состоять из тщательного инструктажа персонала, а в некоторых случаях—предварительной репетиции ремонтной работы, проводимой в аналогичных условиях. Персонал, производящий ремонт, должен представлять себе характер предстоящей работы во всех ее деталях, твердо знать возможные опасности при проведении ремонтных работ, безукоризненно владеть техникой использования

## ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

средств защиты. Особенно необходима репетиция ремонтной работы в том случае, если она должна быть проведена очень быстро и точно (например, в условиях большой мощности дозы  $\gamma$ -излучения, когда время проведения работы исчисляется минутами). Репетиция должна проводиться с применением всех инструментов, приспособлений и средств защиты, которые могут понадобиться в реальных условиях.

Особое внимание следует обращать на способы и последовательность надевания и снятия дополнительных средств индивидуальной защиты, так как небрежность или невнимательность в этом отношении ведет к загрязнению рук, хлопчатобумажной одежды, оборудования и к разносу радиоактивных веществ по чистым помещениям.

Время пребывания работающих в зоне возможного воздействия радиоактивных веществ можно уменьшить путем разработки подробного плана проведения ремонтной работы. Необходимо продумать последовательность отдельных операций, точно распределить обязанности между работающими, наметить относительно безопасные места, где работающие ожидают своей очереди для выполнения той или иной операции, заранее подготовить все необходимое оборудование, инструменты, защитные приспособления. Совершенно недопустимо многократное хождение за забытыми инструментами и пребывание в зоне ремонта лиц, не имеющих непосредственного отношения к ремонтной работе. В то же время во избежание несчастных случаев при использовании дыхательных изолирующих приборов (КИП-5, ПШ-2, пневмокостюмов ЛГ-1 и ЛГ-2 и др.) необходимо соблюдать правило парной работы, т. е. пребывания на рабочем месте двух работающих.

Локализация зоны ремонтных работ осуществляется по-разному, в зависимости от принципа планировки помещений и оборудования. При обычной планировке границы зоны ремонтных работ определяются условно. При входе в ремонтную зону работающие надевают дополнительные средства защиты: галоши или бахилы, пленочную спецодежду или пневмокостюм, вторые перчатки и т. д. При выходе из ремонтной зоны дополнительные средства индивидуальной защиты должны быть сняты.

В целях снижения возможности загрязнения окружающих предметов и помещений

при снятии дополнительных средств индивидуальной защиты необходимо провести их предварительную дезактивацию. Для этого на границе ремонтной зоны следует временно выделить небольшое помещение, имеющее подводку воды, сток в полу (для воды и моющих растворов), и самую необходимую мебель (шкафы и вешалки для средств индивидуальной защиты, стулья). Такое помещение может быть создано на время проведения ремонтной работы путем установки временных экранов, ширм и перегородок.

Соблюдение принципа локализации ремонтных работ значительно упрощается при так называемой трехзональной планировке, предусматривающей выделение специальной ремонтной зоны. Преимущества трехзональной планировки «горячих» лабораторий описаны в работе [1]. Подобные предложения выдвинуты и рядом зарубежных авторов [2], [3].

При трехзональной планировке попасть из ремонтной зоны в чистые помещения можно только через санпропускник или тамбур, выполняющий роль санпропускника. Таким образом, создаются условия, препятствующие распространению радиоактивных загрязнений в чистые помещения («операторские»).

Кроме того, создание специальной ремонтной зоны позволяет заранее обеспечить проведение необходимых защитных мероприятий. В ремонтной зоне монтируются стационарные линии разводки чистого воздуха для питания пневмокостюмов. В санпропускнике, примыкающем к ремонтной зоне, оборудуются душевые установки, умывальники для проведения предварительной дезактивации средств индивидуальной защиты, инструментов и т. д. Трехзональная планировка позволяет проводить срочные аварийные работы при соблюдении всех правил техники безопасности, что не всегда выполнимо при обычной планировке. Наконец, затраты времени на подготовку к ремонтной работе при трехзональной планировке ничтожны.

Опыт работы с радиоактивными веществами показывает, что правильная организация ремонта в сочетании с умелым применением средств индивидуальной защиты обеспечивает надежную защиту работающих.

Поступила в редакцию 24 XII 1956 г.

С. М. ГОРОДИНСКИЙ, В. Л. ШЕРВАКОВ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. П. Гранильщиков, Г. М. Пархоменко, Медицинская радиология 1, № 3, 42 (1955).
2. R. Spence, An atomic energy radiochemical laboratory design and operating experience (Доклад № 438, представленный Англией на Международную конференцию по мирному использованию атомной энергии, 1955 г.).
3. D. R. R. Fair, Brit. J. Industr. Medicine 12, 147 (1955).
4. Н. Г. Гусев, Справочник по радиоактивным излучениям и защите. Медгиз, 1956 г.
5. А. В. Бибергаль, У. Я. Маргулис, Е. И. Воробьев, Защита от рентгеновых и  $\gamma$ -лучей. Медгиз, 1955 г.
6. П. Жено. Защита от радиоактивных элементов. Изд. ИЛ, 1954 г.
7. V. Fa no, Nucleonics 11, 8 и 55 (1953).
8. С. М. Городинский, Гигиена и санитария, № 1, 27 (1956).
9. С. М. Городинский, Медицинская радиология, № 5, 84 (1956).
10. А. А. Летавет, Действие облучения на организм (Доклады советской делегации на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии). Изд. АН СССР, 1955 г., стр. 3.
11. Радиационная медицина. Руководство для врачей и студентов под ред. А. В. Лебединского. Медгиз. 1955 г.
12. Д. И. Закутинский, Отдаленные последствия поражений, вызванных ионизирующей радиацией (Рефераты докладов на конференции по отдаленным последствиям поражений, вызванных воздействием ионизирующей радиации). Медгиз, 1956 г.
13. С. Н. Шатский, Г. А. Васильев, П. И. Басманов, Описание бесклапанного респиратора ШБ-2. Москва, 1956 г. (рукопись).

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

### Критические тепловые нагрузки при вынужденном движении воды, недогретой до кипения

Б. А. Зенкевич, В. И. Субботин

Опубликованные до настоящего времени работы [1]—[5], в которых описывались экспериментальные исследования, посвященные изучению условий возникновения кризиса в режиме кипения при вынужденном движении воды, недогретой до температуры насыщения, охватывают диапазон давлений не выше 140 атм.

Однако для энергетического реакторостроения представляет интерес и область давлений выше 140 атм.

#### Установка

Для экспериментального определения критических тепловых нагрузок использовалась специальная установка, схема которой приведена на рис. 1. В циркуляционный контур (жирная линия) включены последовательно: центробежный бессальниковый насос, контактная колонка с рабочим участком, главный теплообменник, вспомогательный теплообменник, электрические подогреватели.

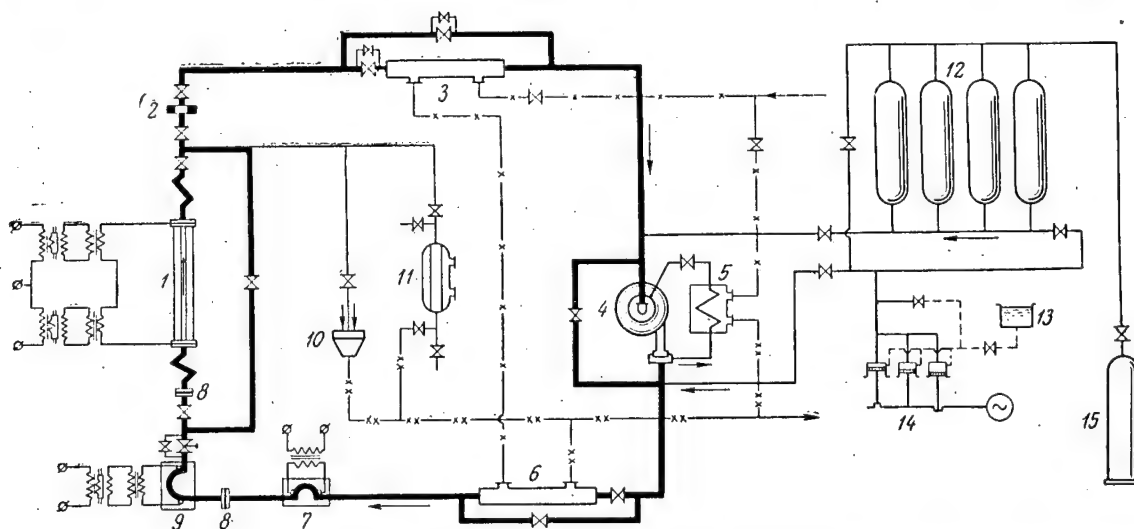


Рис. 1. Принципиальная схема установки

1—контактная колонка с рабочим участком, нагрузочным трансформатором и регулировочным автотрансформатором; 2—расходомерная диафрагма; 3—главный теплообменник; 4—циркуляционный насос; 5—холодильник циркуляционного насоса; 6—вспомогательный теплообменник; 7—электроподогреватель мощностью 30 кат; 8—фланцевое соединение с электроизоляцией; 9—электроподогреватель мощностью 80 кат; 10—сливная воронка для дренажа воды; 11—проботборник для анализа проб воды на газосодержание; 12—компенсатор давления; 13—бак с водой для подпитки; 14—поршневой подпитывающий насос; 15—газовый баллон с азотом.

Настоящая работа посвящена изучению критических тепловых нагрузок при движении в вертикальных трубках воды с ядром, недогретым до температуры насыщения в области давлений от 140 до 220 атм.

Необходимое давление до 220 атм в циркуляционном контуре создавалось и поддерживалось при помощи компенсатора давления, состоящего из 4 баллонов с азотом, поршневого насоса и газовых баллонов с азотом.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Все узлы, детали и трубопроводы установки, имеющие контакт с водой, изготовлены из нержавеющей стали марки 1X18H9T.

Конструкция контактной колонки с рабочим участком приведена на рис. 2. Рабочий участок представляет собой трубку из нержавеющей стали (длина 340 или 660 мм, внутренний диаметр от 4 до 12 мм, толщина стенки от 0,8 до 2 мм), зажатую между двумя накладными разъемными контактами. Контакты изготовлены из меди; для уменьшения переходного сопротивления они

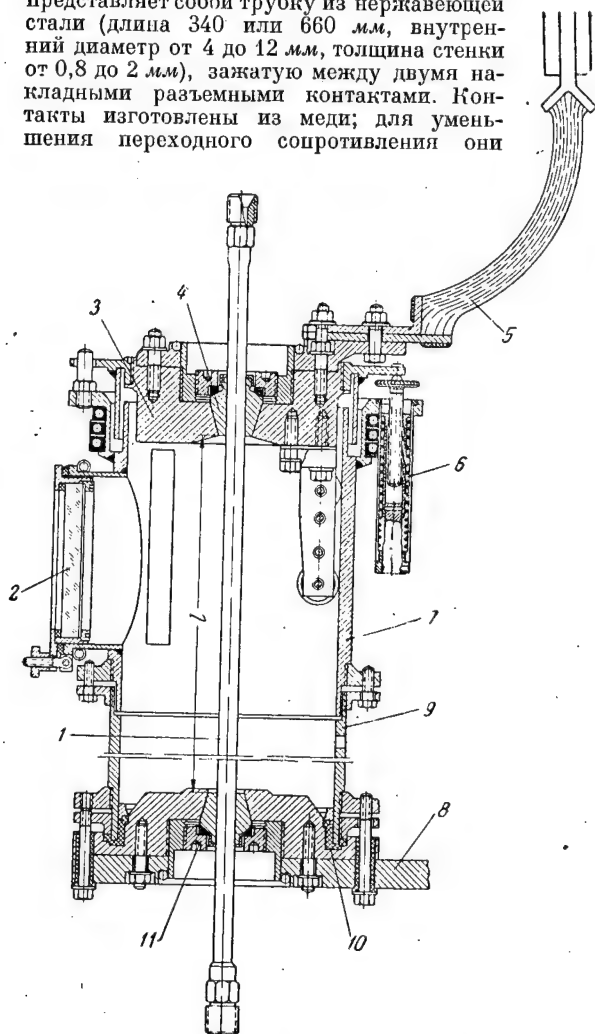


Рис. 2. Контактная колонка с рабочим участком. 1—рабочий участок; 2—смотровое окно из кварца; 3—верхняя подвижная крышка-токоподвод; 4—зажимной разъемный контакт; 5—верхняя шина (гибкая); 6—пружинные опоры верхней крышки; 7—корпус контактной колонки; 8—нижняя шина; 9—съемная приставка; 10—изолирующая прокладка; 11—нажимная гайка.

гальванически покрывались серебром, а участки трубки, входящие в контакты,—медью.

Рабочий участок с контактной колонкой расположен вертикально, вода через него движется снизу вверх. Температурное расширение компенсируется верхней подвижной крышкой на пружинных опорах. Рабочий участок при помощи соединения шар по конусу включается в циркуляционный

контур. Наблюдение за трубкой во время опыта осуществляется через смотровое окно из кварца. Электрический ток подводится к контактной колонке через верхнюю гибкую и нижнюю жесткую шины.

При помощи специального фланцевого соединения рабочий участок электрически изолирован от остальной части циркуляционного контура.

Для подвода электроэнергии к рабочему участку и основному электрическому подогревателю использовались нагрузочные трансформаторы, включенные в сеть через регулировочные автотрансформаторы.

## Методика

Пуск установки в работу производился в следующем порядке. При помощи поршневого насоса (см. рис. 1) циркуляционный контур заполнялся дистиллированной водой, а в компенсатор давления подводился сжатый азот из баллонов. Этим самым в контуре создавалось давление в 100—110 ат. После этого подпитывающим насосом уровень воды в компенсаторе давления поднимался так, чтобы в нем, а следовательно, и в контуре устанавливалось требуемое давление. По мере падения давления в контуре вследствие утечки производилась подкачка воды поршневым насосом.

После выполнения перечисленных операций запускался центробежный насос, включался в сеть электрический подогреватель, и температура воды в контуре поднималась до необходимой.

Критическая тепловая нагрузка  $q_{кр}$  достигалась путем медленного подъема электрической мощности на рабочем участке.

Для изучения влияния метода достижения  $q_{кр}$  некоторое количество опытных точек было снято путем постепенного снижения скорости воды при постоянной тепловой нагрузке.

Момент достижения  $q_{кр}$  определялся по локальному резкому увеличению температуры стенки рабочего участка, которое фиксировалось термоэлектрическим комплектом, состоящим из поверхностной термопары, приваренной на 5—10 мм ниже верхнего контакта, и быстродействующего автоматического электронного одноточечного потенциометра типа ЭПП-09. Этот метод оказался более чувствительным, чем метод визуального наблюдения покраснения стенки трубки в зоне перехода пузырькового кипения в пленочное.

Установлено, что при некоторых условиях четкий кризис в режиме кипения отсутствует, и происходит как бы его «вырождение». Это вырождение начинает проявляться, например, при давлении 200 атм, скорости воды  $W=3-5$  м/сек и недогреве до температуры насыщения  $\Delta t_n \geq 60^\circ \text{C}$ ; при  $\Delta t_n = 100^\circ \text{C}$  кризис вырождается полностью.

Кризис в режиме кипения вырождается также при давлениях больше 210 атм (при  $\Delta t_n = 25^\circ \text{C}$  и  $W=3-5$  м/сек).

При проведении опытов измерялись следующие параметры:

а) общее падение напряжения на рабочем участке—при помощи многопредельного вольтметра класса 0,5;

б) сила тока, проходящего через рабочий участок,—при помощи трансформатора тока класса 0,2 и двухпредельного амперметра класса 0,5;

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

в) средняя температура воды на входе и выходе из рабочего участка—при помощи набора укороченных ртутных термометров с ценой деления в  $0,5^\circ$ ;

г) давление воды в циркуляционном контуре—при помощи образцовых манометров класса 0,35 со шкалами 0—250 и 0—400  $\text{кг/см}^2$ ;

д) расход воды через рабочий участок—при помощи расходомерного комплекта, состоящего из нескольких сменных камерных диафрагм (на

## Результаты опытов

Опыты показали, что переход пузырькового кипения в пленочное определяется: весовой скоростью потока воды  $W_g$ , недогревом  $\Delta t_n$  и давлением. В качестве величины, характеризующей влияние давления, был выбран комплекс  $\frac{v''}{v''-v'}$ , где  $v'$  и  $v''$ —соответственно удельные объемы воды и пара при температуре насыщения.

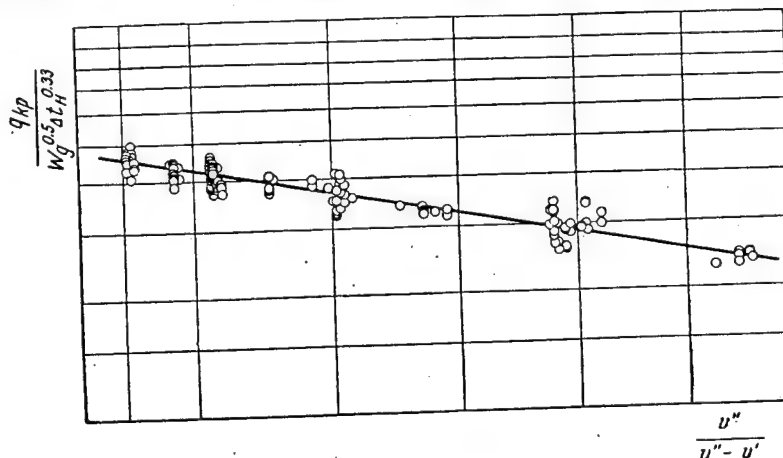


Рис. 3. Зависимость отношения  $\frac{q_{kp}}{W_g^{0,5} \cdot \Delta t_n^{0,33}}$  от комплекса  $\frac{v''}{v''-v'}$  в интервале давлений 140—210  $\text{атм}$ .

разные пределы), поплавкового ртутного дифманометра и вторичного прибора.

Недогрев воды определялся как разница между температурой насыщения, соответствующей данному давлению, и средней температурой смешения воды на выходе из рабочего участка. Критические тепловые нагрузки вычислялись по электрической мощности и контролировались по тепловому балансу воды, проходящей через рабочий участок.

У рабочих участков, изготовлявшихся из рядовых стандартных труб, тщательно измерялись наружный диаметр и толщина стенки. Измерение шероховатости поверхности труб при помощи двойного микроскопа Линника показало, что величина шероховатости колеблется в пределах 25—35  $\text{мк}$ .

В качестве теплоносителя использовался монодистиллят воды с исходным сухим остатком (непрокаленным) в 2—5  $\text{мг/л}$ .

Было проверено влияние направления движения воды на  $q_{kp}$  для этого часть опытов проводилась при движении воды сверху вниз. Большинство опытов проводилось при содержании газа в воде (главным образом азота) в пределах 30—130  $\text{Н см}^3/\text{кг Н}_2\text{О}$ . С целью изучения влияния количества газа, растворенного в воде, на величину  $q_{kp}$  было проведено несколько серий опытов с различными скоростями и недогревами при  $P=201 \text{ атм}$  и газосодержании в воде до 1450  $\text{см}^3/\text{кг Н}_2\text{О}$ . Газосодержание определялось объемным методом при помощи проботборника.

Установлено, что величина  $q_{kp}$  пропорциональна  $W_g^{0,5}$  и  $\Delta t_n^{0,33}$ . На рис. 3 в логарифмическом масштабе изображена зависимость

$$\frac{q_{kp}}{W_g^{0,5} \Delta t_n^{0,33}} = f\left(\frac{v''}{v''-v'}\right).$$

Все опытные точки (около 250) легли на одну прямую с наклоном  $-1,8^*$ , откуда следует, что

$$q_{kp} = 590 W_g^{0,5} \Delta t_n^{0,33} \left(\frac{v''}{v''-v'}\right)^{-1,8} \text{ ккал/м}^2 \text{ час}.$$

Настоящая формула может быть рекомендована для вычисления  $q_{kp}$  в интервале давлений 140—210  $\text{атм}$  при весовых скоростях воды  $3 \cdot 10^6 \div 18 \cdot 10^6 \text{ кг/м}^2 \text{ час}$  и недогреве  $10 \div 100^\circ \text{С}$ .

Не обнаружено влияния на величину критических тепловых нагрузок:

- а) внутреннего диаметра трубки (4—12  $\text{мм}$ );
- б) газосодержания (азота) в воде (30—1450  $\text{Н см}^3/\text{кг Н}_2\text{О}$ );
- в) направления движения (вниз и вверх) воды при  $W_g > 3 \cdot 10^6 \text{ кг/м}^2 \text{ час}$ ;
- г) метода достижения  $q_{kp}$  (см. выше).

В создании установки и проведении опытов принимали участие инженеры О. А. Судницын,

\* На графике (рис. 3) значительное количество точек совместились.



## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

О. Л. Песков, В. И. Кротов, Н. Д. Сергеев. Большую работу по обработке экспериментального материала выполнили инженер З. Ф. Дерюгина и техник Н. А. Гущина.

Поступило в редакцию 22 II 1957 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. W. H. Mc Adams, W. E. Kennel, C. S. Minden, R. Carl, P. M. Picornell,

- J. D. Dew, Ind. and Eng. Chem. 41, 1945 (1949).
2. F. C. Günter, Trans. ASME, 73, 115 (1951).
3. H. Buchberg, F. Romic, R. Lipkis, M. Greenfield, Heat Transfer and Fluid Mechanics Institute, June, 1951, Stanford University Press, Stanford, California.
4. W. H. Jens, Mech. Eng. 76, 981—986 (1954).
5. В. С. Чиркин, В. П. Юркин, ЖТФ, 26, 1542—55 (1956).

## Гидродинамическое излучение от треков ионизирующих частиц в стабильных жидкостях

Г. А. Аскаръян

Прохождение ионизирующих частиц в жидкостях сопровождается увлечением молекул среды расталкивающимися скоплениями одноименно заряженных ионов и микровзрывами при локальных нагревах, создаваемых вблизи треков частиц. Эти процессы могут привести к образованию локальных пустот и зародышей паро-газовой фазы. (Превращение этих зародышевых полостей в пузырьки видимых размеров, происходящее при достаточной неустойчивости состояния жидкости, используется в новых приборах для изучения ионизирующего излучения—«паровых» и «газовых» пузырьковых камерах [1]—[3]).

Резкое движение ионных комплексов, микровзрывное возникновение зародышевых полостей, их пульсация и исчезновение или дальнейший быстрый рост (в зависимости от начальных локальных факторов иницирования, свойств и состояния среды) должны сопровождаться интенсивным локальным импульсным излучением ультра- и гиперзвуковых волн, имеющих в начальной стадии характер квазимикросферических ударных волн. Интенсивность этого излучения должна зависеть от свойств среды, определяющих эффективность иницирующих рывков и динамику развития полостей, в том числе от поверхностного натяжения, стабильности состояния жидкости и т. д. Следует отметить, что аналогичное излучение будет иметь место в твердых телах и в сжатых газах, но его интенсивность будет, очевидно, значительно меньше, чем в жидкостях.

При прохождении ионизирующей частицы практически мгновенно создается система импульсных источников волн сжатия, расположенных вдоль трека частицы в местах наибольших плотностей образования ионов (многочисленные сильно ионизирующие малоэнергетичные  $\delta$ -лучи), в областях прямых кулоновских соударений частицы с ядрами и т. д.

Для частиц с не очень большой удельной ионизацией (достаточно большим пробегом) число областей, в которых локализована потерянная энергия, пропорционально числу эффективных  $\delta$ -электронов, которое, так же как и число эффективных кулоновских ядерных соударений, пропорционально  $Z^2/\beta^2$  (здесь  $Z$  и  $\beta$ —относительные заряд и скорость ионизирующей частицы). Обозначим через  $n(C)$  среднее число зародышевых пузырьков определенного типа, образованных на единице длины трека ионизи-

рующей частицы, и через  $C$ —совокупность начальных параметров создания ионных рывков или образования полостей (например, начальные характеристики ионных скоплений или локальных нагревов), однозначно характеризующую процесс излучения. Тогда в широком интервале скоростей частиц

$$dn = n(Z, \beta, C) dC \approx \frac{Z^2}{\beta^2} n_1(C) dC,$$

где  $dC = \prod_i dC_i$ —общий дифференциал параметров образования;  $n_1(C)$ —функция, зависящая только от параметров образования, а также свойств и состояния среды.

Рассмотрим поле ультразвукового излучения вдали от излучающих центров. Допустим, что задана определенная мгновенно созданная система таких виртуальных импульсно излучающих центров. Окружим каждый центр вспомогательной сферой, радиус которой заведомо превышает амплитуду пульсации излучающей полости. (Для определенности рассмотрим случай возникшей и исчезнувшей полости или начальную стадию произвольного процесса роста). Величину радиуса  $r_k$  вспомогательной сферы для  $k$ -го источника выберем такой, чтобы вне этой сферы амплитуда поля излучения  $k$ -го источника изменялась обратно пропорционально расстоянию от источника и излучение распространялось с постоянной скоростью. Тогда в точке приема  $P$  амплитуда излучения  $k$ -го источника равна

$$A_k(P, t) = \frac{1}{R_k} \varphi_k \left( t - \frac{R_k}{v} \right),$$

где  $R_k$ —расстояние от точки  $P$  до излучающего центра;  $v$ —скорость распространения гидродинамического излучения;  $\varphi_k(t)$ —функция излучения, определяемая совокупностью начальных параметров  $C_k$  и радиусом  $r_k$  вспомогательной сферы и равная произведению радиуса вспомогательной сферы и амплитуды волны на поверхности вспомогательной сферы;  $t$ —время. Компонент Фурье поля излучения равен

$$A_{k\omega}(P) = \frac{1}{R_k} \varphi_{k\omega}(C_k, r_k) e^{\frac{i\omega R_k}{v}},$$

где  $\omega$ —частота излучения.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Для суммарного поля излучения системы центров

$$A_{\omega}(P) = \sum_k A_{k\omega}(P).$$

Если проекции размеров области локализации источников излучения на направление приема значительно меньше принимаемой длины волны излучения, то  $|A_{\omega}(P)| = \sum_k |A_{k\omega}(P)|$ , т. е. излучение этих источников когерентно. Когерентное усиление излучения особенно заметно проявляется у сильно ионизирующих короткопробежных частиц, например у протонов отдачи,  $\alpha$ -частиц (в их треках происходит, кроме того, слияние излучающих центров).

При рассмотрении квазилинейного хаотического распределения излучающих центров различаются два случая:

Если принимаемая длина волны достаточно велика, например, значительно превосходит проекцию среднего расстояния между соседними излучающими центрами на направление приема, то для квазигомогенного трека длиной  $L$

$$A_{\omega}(P) \approx \frac{e}{R_0} \int \int n(C) \varphi_{\omega}(C) e^{\frac{i\omega z \cos \theta}{v}} dz dC \approx \frac{e}{R_0} \int n(C) \varphi_{\omega}(C) dC \cdot \frac{\sin \left\{ \frac{\omega \cos \theta \cdot L}{2v} \right\}}{\left\{ \frac{\omega \cos \theta \cdot L}{2v} \right\}},$$

где  $n(C)dC$  — среднее число центров излучения, образованных с начальными параметрами от  $C$  до  $C+dC$  на единице длины трека ионизирующей частицы. В этом случае радиация излучается преимущественно перпендикулярно треку.

Если принимаемая длина волны значительно меньше проекции среднего расстояния между соседними центрами интенсивного излучения на направление приема, тогда

$$|A_{\omega}(P)|^2 \approx \frac{1}{R_0^2} \sum_k |A_{k\omega}|^2 \approx \frac{1}{R_0^2} \int \int n(C) |\varphi_{\omega}(C)|^2 dC dz,$$

т. е. в этом случае происходит суммирование угловых распределений интенсивностей излучения центров.

Поле излучения вблизи трека и особенно вблизи импульсно излучающих центров представляет наибольший интерес с точки зрения эффективности воздействия, так как и амплитуда и частота волны в этой области наиболее велики.

Резкость процессов образования полостей в жидкостях, а также большая плотность жидкостей

приводит к тому, что излучаемая энергия может быть сравнима с энергией, затраченной непосредственно на образование зародышевых полостей, т. е. может составлять заметную часть энергетических потерь частицы.

Для рассматриваемого явления характерно, что зона сильного поля излучения и, следовательно, зона эффективного воздействия значительно превосходят размеры области, непосредственно охваченные ионизацией. Действительно, даже на расстояниях от излучающего центра порядка долей микрона амплитуда волны сжатия все еще значительна.

Возможно, что это локальное гидродинамическое излучение является причиной сильного деструктивного воздействия ионизирующего излучения на ткани организмов, клетки и микроорганизмы и вызывает ряд других эффектов, аналогичных эффектам, возникающим при облучении мощным ультразвуком. Если это так, то эффективность лучевого воздействия должна зависеть от физических параметров и условий, определяющих эффективность излучения гидродинамических волн, динамику формирования и роста зародышевых полостей, а именно: от поверхностного натяжения жидкости, зависящего от температуры, концентрации растворенного газа, близости к критическим условиям и т. д. Изучение этой зависимости помогло бы подобрать оптимальные условия, при которых усиливается или уменьшается определенное лучевое воздействие.

Имея в распоряжении мощные импульсные или непрерывные источники ионизирующей радиации (радиоактивные препараты, ускорители заряженных частиц или специальные рентгеновские трубки) и подбирая выгодные условия состояния жидкости, можно выделить участки спектра гиперзвукового и ультразвукового излучений из сравнительно интенсивного фона гидродинамического излучения, сопровождающего прохождение потоков частиц через плотные среды.

Рассмотренное явление может быть также использовано для регистрации измерения интенсивности ионизирующего излучения в плотных средах, а также для других практических целей.

Поступило в редакцию 9 IV 1957 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. D. Glaser, Suppl. Nuovo Cim. 11, сер. 9, № 2, 361 (1954).
2. Г. А. Аскар'ян, ЖЭТФ, 31, 897 (1956).
3. P. Argan, A. Gigli, Nuovo Cim. 8, 5, 1171 (1956).

## Искровой источник многозарядных ионов

А. А. Плотто, К. Н. Кервалидзе, И. Ф. Кварцхава

В известных искровых источниках многозарядных ионов используются слабые индуктивно связанные искры, получаемые с помощью трансформатора Тесла [1], [2]. Эти источники не нашли применения в ускорителях заряженных частиц из-

за малости их общего ионного тока, низкой кратности зарядов и нестабильности в работе.

С 1953 г. авторы проводили исследование «горячих» вакуумных искр, возникающих при разряде высоковольтных конденсаторов, для выяснения воз-

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

возможности получения интенсивных пучков многозарядных ионов высокой кратности заряда. В 1954 г. был построен источник, пригодный для использования в импульсных ускорителях многозарядных ионов.

## Источник и методика исследований

На рис. 1,а приведена принципиальная схема источника. Вакуумная искра возникает между изолированными электродами 1 и 2 при разряде высоковольтного конденсатора. Отсос ионов производится через отверстие 4 в электроде 5. Отсасывающее и

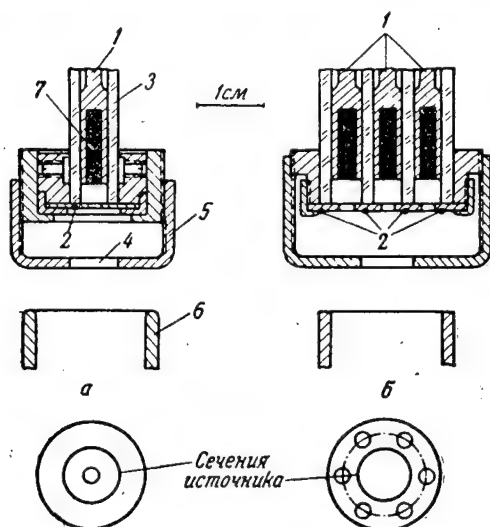


Рис. 1. Схематический разрез искрового источника с одним (а) и многими (б) разрядными промежутками.

ускоряющее напряжение от высоковольтного конденсатора достаточной емкости подводится к электродам 5 и 6. Electroды 2 и 5 соединены между собой. Рабочее вещество в виде твердого и по возможности термостойкого химического соединения помещается в канал 7 электрода 1. Ограничение канала разряда осуществляется фарфоровой трубкой 3 диаметром  $\sim 4$  мм. Такого рода ограничение канала искры в дальнейшем будет называться «механическим сжатием» искры.

Емкость конденсатора, питающего искру, изменялась в пределах от  $10^3$  до  $10^5$  пф, напряжение на конденсаторе — от 10 до 70 кВ и средний ток в искре — от  $10^2$  до  $10^4$  а. Искровой разряд протекал в режиме затухающих колебаний тока с частотой  $10^5$ — $10^6$  гц. Частота повторения искры могла быть доведена до 50 гц. Емкость конденсатора в цепи отсоса ионов изменялась в пределах от  $10^4$  до  $10^6$  пф, а напряжение на этом конденсаторе — от 15 до 70 кВ.

Анализ ионов производился на масс-спектрографе типа Томсона (метод парабол) [1], [2]. Многозарядные ионы идентифицировались по методу, описанному в тех же работах. Наряду с масс-спектрографическим анализом ионов определялся общий

ионно-электронный ток, протекающий между электродами 5 и 6. Величина его находилась с помощью осциллографирования тока или из результатов измерения времени разряда конденсатора, поддерживающего напряжение между электродами 5 и 6.

Газовая нагрузка в камере источника носит импульсный характер. Ввиду того что эту нагрузку принимает достаточно большой объем вакуумной камеры и присутствующие пары металлов и других твердых соединений легко конденсируются на холодных стенках, нет необходимости применять насосы с большой скоростью откачки. Вакуум  $\sim 10^{-5}$  мм рт. ст. легко поддерживается двумя насосами ЦВЛ-100.

Время жизни источника определяется количеством импульсов порядка  $10^6$ . При достаточной скважности между импульсами и частоте не более 50 имп/сек источник в дополнительном охлаждении не нуждается.

## Результаты опытов. Обсуждение результатов

Первые опыты показали, что по сравнению со свободной механически сжатая искра более эффективна. Например, в механически сжатой искре можно осуществить такой режим разряда, при котором в отсасываемом токе ионов преобладают многозарядные ионы, что никогда не удавалось достигнуть в открытой искре. Поэтому в дальнейшем мы будем рассматривать результаты, полученные с механически сжатыми искрами.

На рис. 2 показан спектр ионов, полученный в случае, когда в качестве рабочего вещества использовался углерод. Electroды 1 и 2 (см. рис. 1,а) были изготовлены соответственно из меди и никеля. Аналогичные спектры получаются для азота, кислорода и других элементов, способных давать достаточно термостойкие твердые соединения. На рис. 3 приведена кривая фотометрирования ионного спектра вдоль линии 4А' (см. рис. 2). Рассматриваемый спектр характеризуется высоким содержанием многозарядных ионов. Молекулярные ионы, за исключением небольшого количества  $H_2^{+1}$ , отсутствуют.

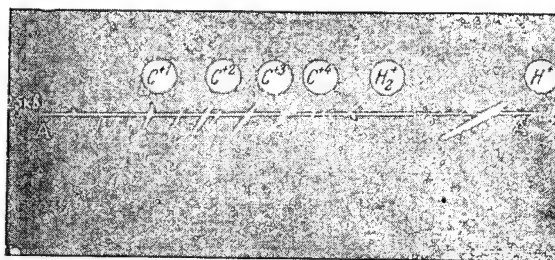


Рис. 2. Ионный спектр углерода.

Ионы материалов электродов имеются в незначительных количествах. Ионы кремния и кислорода образуются в результате распыления стенок фарфоровой трубки, ограничивающей канал разряда. Ионы  $H^{+1}$  и  $H_2^{+1}$  возникают из-за ионизации паров воды и органических соединений, присутствующих

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

на электродах и стенках канала разряда, а также за счет абсорбирования водорода.

Относительное количество многозарядных ионов при прочих равных условиях, как правило, возрастает с увеличением амплитуды и частоты тока в искре и с уменьшением расстояния между электродами 1 и 2 (см. рис. 1,а). Последнее означает, что область наиболее интенсивной генерации многозарядных ионов находится вблизи электродов.

Общий ионный ток возрастает с увеличением мощности искры и расстояния между электродами 1 и 2 (рис. 1,а). Плотность ионного тока определялась с помощью фарадеева цилиндра с подавлением вторичной эмиссии. Этот цилиндр перемещался в плоскости, перпендикулярной пучку, на расстоянии 15 см от источника. Суммирование плотности ионного тока по сечению пучка позволяет провести оценку общего ионного тока. Эти измерения дают величину  $\sim 1$  а и более.

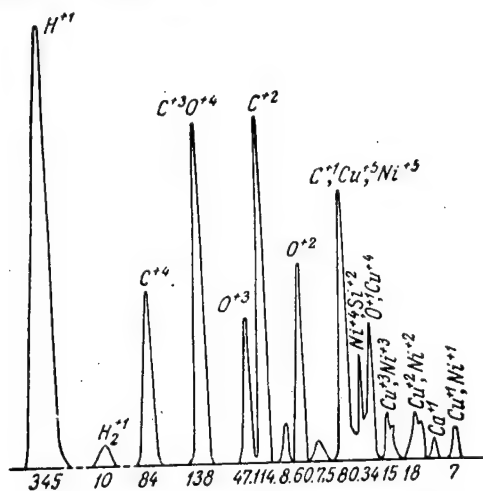


Рис. 3. Фотометрирование ионного спектра, приведенного на рис. 2. (Под осью абсцисс указаны площади спектральных линий в условных единицах. Сумма всех площадей 660).

Оценка общих токов компонентов ионного пучка и, в частности, многозарядных ионов проводилась косвенно, так как одинаковую фокусировку всех компонентов общего ионного тока осуществить не удастся. С этой целью фотографировался ионный спектр и одновременно проводились измерения общего ионного тока. Ионный спектр фотометрировался, и суммарная площадь всех линий (в условных единицах) приравнивалась общему ионному току; токи каждого из компонентов определялись по площади соответствующих линий из кривой фотометрирования. При этом необходимо учесть, что почернение зависит не только от числа ионов, попавших на данную площадь фотоэмульсии, но также от энергии и массы ионов. Кратность заряда не влияет на почернение, так как многозарядные ионы в фотоэмульсии быстро захватывают электроны и действуют как однозарядные ионы. После введения поправок на энергию и массу ионов выясни-

лось, что кривая фотометрирования достаточно точно передает соотношение токов компонентов, за исключением  $H^{+1}$  и  $H_2^{+1}$ , которые вызывают почернение приблизительно на порядок большее, чем однозарядные ионы средних масс (например,  $C^{+1}$ ). В последнем случае необходимо вводить соответствующую поправку.

Искровой источник позволяет получать в импульсе нефокусированные токи ионов  $C^{+3}$ ,  $C^{+4}$ ,  $N^{+3}$ ,  $N^{+4}$ ,  $O^{+3}$ ,  $O^{+4}$  в несколько десятков и сотен миллиампер, ионов  $N^{+5}$ ,  $O^{+5}$  — от сотен микроампер до нескольких миллиампер и ионов  $O^{+6}$  — сотни микроампер. Присутствуют также токи ионов материалов электродов  $Cu^{+6}$ ,  $Cu^{+7}$ ,  $Ni^{+6}$ ,  $Ni^{+7}$  и др., исчисляемые сотнями микроампер. Точность оценок количества ионов не превышает 20—30%.

Опыты показали также, что источник может быть использован для получения больших импульсных токов протонов и дейтронов при использовании в качестве рабочего вещества твердых соединений водорода. Если к электродам 5 и 6 (см. рис. 1,а) приложить обратное по знаку вытягивающее напряжение, из источника будут отсасываться электроны. При вытягивающем напряжении до 40 кВ на этом источнике были получены нефокусированные электронные токи до 100 а в импульсе с длительностью 2 мксек.

Известные электростатические методы фокусировки оказались недостаточно эффективными при больших ионных токах в источнике. Удовлетворительную фокусировку удается осуществить лишь при общих ионных токах ниже  $\sim 60$  ма.

Значительно более успешной оказалась магнитная фокусировка, осуществляемая с помощью системы коротких линз. При этом получается также некоторое разделение ионов  $H^{+1}$  и  $H_2^{+1}$  и даже  $C^{+4}$  и  $C^{+3}$ . При вытягивающем напряжении 30 кВ в пятне диаметром 5—8 мм удается собрать токи в импульсе ионов  $H^{+1}$ —10 ма,  $H_2^{+1}$ —1 ма,  $C^{+4}$ —6 ма и  $C^{+3}$ —15 ма. С увеличением отсасывающего напряжения эти токи возрастают. Например, при 70 кВ сфокусированный ток ионов  $H^{+1}$  удалось повысить до 25—30 ма.

Продолжительность импульса тока рассматриваемого источника не превышает несколько десятков микросекунд, в то время как длительность рабочего цикла линейных ускорителей, для которых предназначается источник, составляет  $\sim 400$  мксек. В связи с этим была разработана пакетная модель искрового источника, приведенная на рис. 1,б. Вокруг центрального искрового промежутка, на равных расстояниях от него, имеется ряд одинаковых независимо работающих искровых промежутков. Отсос ионов производится через одно отверстие, общее для всех искровых промежутков. Авторы исследовали пакетную систему из 5 искровых последовательно возбуждаемых промежутков. Продолжительность импульса ионного тока возросла в пять раз по сравнению с источником с одним искровым промежутком. Эффективность выхода многозарядных ионов в каждой искре оставалась одинаковой.

Генерация многозарядных ионов в вакуумных искрах, как показали проведенные нами осциллографические исследования вольтамперных характеристик, осуществляется в низковольтном разряде при напряжении на разрядном промежутке 30—40 в. Для объяснения этого явления приходится предпо-

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

ложить, что существенную роль в процессе генерации многозарядных ионов должна играть ступенчатая ионизация через возбужденные состояния ионов. Простой расчет показывает, что такие процессы могут играть большую роль при плотностях тока  $10^6$  а/см<sup>2</sup> и выше, когда время жизни возбужденного состояния ионов ( $\sim 10^{-7}$  сек.) становится сравнимым со средним временем, в течение которого происходит возбуждение иона в разряде. Такие плотности осуществляются в области катодных пятен искровых разрядов. В настоящее время можно считать установленным [3]—[5], что при достаточно больших токах в искре плотность тока в этих пятнах достигает  $10^7$ — $10^8$  а/см<sup>2</sup>. Таким образом, область интенсивной генерации многозарядных ионов должна располагаться вблизи катода, что непосредственно подтверждается опытами. Спектроскопические исследования вакуумных искр показали также наличие интенсивных линий ионов, у которых одновременно возбуждено до четырех электронов [6].

Повышение содержания многозарядных ионов и кратностей зарядов в механически сжатых горячих искрах по сравнению с открытыми может быть объяснено более высокими средними плотностями токов во всем объеме разряда. В открытой горячей искре из-за свободного расширения насыщенной многозарядными ионами плазмы плотность тока быстро падает, процессы ионизации замедляются и начинает преобладать рекомбинация. Например, при одинаковых прочих условиях применение механического сжатия позволило увеличить относительное количество ионов  $C^{+4}$  в 5—10 раз.

В отличие от других типов ионных источников отсос ионов в искровых источниках осуществляется в областях, удаленных от области искры. При этом используется свойство плотной плазмы расширяться в вакууме на большие расстояния и образовывать большие площади отсоса ионов [7]. Величина и форма эмитирующей границы плазмы определяется условиями отсоса ионов. Возможность полу-

чения в искровых источниках ионных токов  $\sim 1$  а и выше при сравнительно малых вытягивающих напряжениях объясняется большой величиной эмитирующей границы плазмы, выходящей за пределы отверстия 4 (см. рис. 1, а).

Значительный разброс по энергиям вытягиваемых ионов, достигающий до 3—5 кэ (см. рис. 2), следует объяснить колебаниями фронта отсоса ионов и размеров области проникновения отсасывающего поля в разреженную плазму, вызванных пульсацией плотности плазмы, вытекающей из области искры через отверстие электрода 2 (см. рис. 1, а).

Возможности искрового источника многозарядных ионов еще далеко не использованы. Спектроскопические исследования [8] показывают, что в горячих искрах, более мощных, чем использованные нами, присутствует много ионов  $C^{+5}$ ,  $N^{+6}$ ,  $O^{+7}$ , а также ионов  $Mg^{+10}$ ,  $Al^{+11}$ ,  $Cu^{+18}$  и  $Sn^{+23}$ . Это указывает на возможность получения в вакуумных искрах полностью ионизованных атомов средних масс.

В заключение авторы выражают свою признательность А. Т. Капину за помощь в работе.

Поступило в редакцию 29 XII 1956 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. A. Dempster, Rev. Sci. Instr. 7, 46 (1936).
2. Shang-Yi-Chen, Phys. Rev. 50, 212 (1936).
3. B. Snoddy, Phys. Rev. 37, 1678 (1931).
4. K. Froom, Proc. Phys. Soc. 63—B, 377 (1949).
5. R. Craig, Rep. Brit. Electr. Res. Assoc., Ref. L/T 260 (1951).
6. Справочник: Landolt—Börnstein, B. 1, s. 50—210.
7. М. Д. Габович, Е. Т. Кучеренко, ЖТФ 26, 996 (1956).
8. B. Edlen, Physica 13, 545 (1947).

## Детектор медленных нейтронов

Т. В. Тимофеева

Известно, что для счета медленных нейтронов применяются сцинтилляторы на основе сернистого цинка с добавкой соединений бора. В литературе [1]—[7] описаны два метода изготовления таких сцинтилляторов: 1) метод механической смеси обоих компонентов и 2) метод спекания, при котором в расплаве соединения бора вводится предварительно приготовленный светосостав. Мы применили третий метод изготовления сцинтилляторов—метод совместной проковки, давший, по нашим данным, в 5 раз большую эффективность счета нейтронов, чем первый, и в 1,25 раза больше, чем второй метод. В нашем методе не обогащенная изотопом  $B^{10}$  борная кислота вводилась в исходную шихту светосостава и проходила вместе с ней все стадии изготовления. Для получения высокой эффективности счета нейтронов светосоставом существенно, в каком кристаллическом состоянии будет борная кислота.

Таким образом был получен светосостав на основе сернистого цинка, активированного серебром и содержащего борную кислоту в качестве плавня.

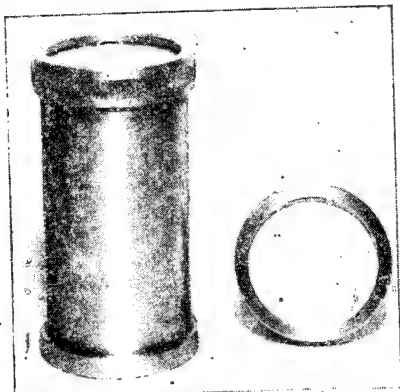
Спектр свечения светосостава имеет максимум при 4430 Å. Эффективность счета нейтронов светосоставом сильно зависит от толщины слоя и размера зерна. Она возрастает с увеличением размеров зерна и толщины слоя до некоторого оптимального значения. Оптимальная толщина слоя равна размеру 2—3 зерен независимо от их величины. При дальнейшем увеличении толщины эффективность остается постоянной или медленно спадает. Наличие оптимума определяется конкуренцией двух явлений. С одной стороны, с толщиной возрастает количество ядерных реакций и, следовательно, количество возникающих сцинтилляций. С другой стороны увеличивается рассеяние света люминесценции, при водящее из-за перекрытия спектров излучения и по



## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

глотения к уменьшению света люминесценции, выходящего из слоя.

На основе данного светосостава разработаны детекторы нейтронов двух типов: плоский и цилиндрический (см. рис.). Плоский детектор состоит из слоя крупных зерен светосостава ( $100\text{--}300\text{ мк}$ ) толщиной  $80\text{ мг/см}^2$ , зажатого между стеклянным окном (диаметром  $4,0\text{ см}$ ) и алюминиевой подложкой.



Общий вид детектора медленных нейтронов.

Слева — цилиндрический детектор; справа — плоский детектор.

Цилиндрический детектор изготовлен из алюминиевого цилиндра высотой  $9,5\text{ см}$  и диаметром  $4,0\text{ см}$ , покрытого внутри таким же слоем светосостава на винилитовом лаке и закрытого стеклянным защитным окном. Введение светосостава в лак уменьшает эффективность счета в  $2\text{--}3$  раза, но замена плоского слоя на цилиндрический увеличивает ее в  $7\text{--}8$  раз.

Оба детектора защищены от проникновения влаги, так как светосостав немного гигроскопичен. Детекторы рассчитаны на применение с фотоэлектронным умножителем ФЭУ-19, на окно которого они прямо надеваются, но могут быть сделаны

и других размеров. Коэффициент счета медленных нейтронов плоским детектором оценен в несколько процентов ( $\sim 5\%$ )\*. Данные зарубежных авторов [1], [2], [4] для плоского детектора колеблются от  $1$  до  $6\%$ . Эффективность счета нейтронов цилиндрическим детектором в три раза больше, чем плоским. Воспроизводимость эффективности счета светосоставов (из разных партий)  $\pm 4\%$ , плоских детекторов (из одной и той же партии)  $\pm 2\%$ , цилиндрических детекторов (из одной и той же партии)  $\pm 6\%$ . Точность измерений эффективности счета  $\pm 2\%$ .

При  $\gamma$ -фоне в  $300\text{ мкр/сек}$ , создаваемом радиевым источником, эффективность счета уменьшается в четыре раза из-за необходимости отделить импульсы нейтронов от импульсов  $\gamma$ -фона. Чувствительность детекторов к быстрым нейтронам составляет  $1\%$  от чувствительности к медленным нейтронам, полученным замедлением в парафине тех же быстрых нейтронов.

Подробное изложение методики и результатов будет опубликовано позднее.

\* Оценка коэффициента счета и относительные измерения эффективности счета производились С. П. Хормушко.

Поступило в редакцию 26 XI 1956 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. D. Alburger, Rev. Sci. Instr. 23, 769 (1952).
2. E. Gatti, E. Germagnoli, A. Persano, E. Zimmer, Nuovo Cimento 9, 1012 (1952); 10, Suppl. 3, 322 (1953).
3. T. Kahan, J. Debieesse, R. Champreix, H. Bizot, J. de Phys. 9, 25 (1948).
4. P. Koontz, G. Keepin, J. Ashley, Rev. Sci. Instr. 26, 352 (1955).
5. K. Sun, W. Shoupp, Rev. Sci. Instr. 21, 395 (1950).
6. J. Schenck, Nucleonics, 10, № 8, 54 (1952).
7. H. Palevsky, H. Muether, A. Stolyov, Phys. Rev. 93, 920 (1954).

## Некоторые вопросы, связанные с применением сцинтилляционных счетчиков в дозиметрических приборах

И. Б. Кейрим-Маркус, З. П. Лисицина

Дозиметрическая аппаратура со сцинтилляционными счетчиками в качестве датчиков имеет ряд существенных достоинств: высокую эффективность к различным видам радиоактивных излучений, широкий диапазон измерений, универсальность. Вместе с тем применение сцинтилляционных счетчиков связано с рядом затруднений.

Большинство марок отечественных фотоумножителей имеет фотокатоды малой площади, что делает неудобным их применение в сцинтилляционных

счетчиках, предназначенных для измерения загрязненности поверхностей  $\alpha$ - и  $\beta$ -активными веществами.

Кроме того, для питания фотоумножителя требуется высокостабилизированное напряжение. Например, коэффициент усиления ФЭУ-19, работающего под напряжением  $1500\text{ в}$ , постоянен с точностью  $\pm 1\%$ , если высокое напряжение не изменяется больше чем на  $\pm 2\text{ в}$ .

Ввиду того что схема питания дозиметрического



## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

прибора должна сочетать хорошую стабилизацию высокого напряжения с портативностью и малым весом, обычные схемы с электронной стабилизацией оказываются непригодными.

## 1

В литературе описан ряд специальных схем стабилизации, использующих нелинейную зависимость усиления фотоумножителей от разности потенциалов между какими-либо соседними динодами [1]—[3]. Однако эти схемы либо не позволяют плавно регулировать коэффициент усиления и требуют переделок при смене фотоумножителей [1], [3], либо пригодны только для некоторых типов иностранных фотоумножителей с несимметричными динодами [2] и с большинством отечественных фотоумножителей не могут быть использованы.

Нами исследована зависимость коэффициента усиления  $M$  ФЭУ-19 от разности потенциалов  $U$  между соседними динодами. Для этого 8-й динод отключался от делителя напряжения и между 7-м и 8-м динодами подавалась разность потенциалов, которую можно было изменять. При этом изменялось также и напряжение между 8-м и 9-м динодами, поскольку напряжение на делителе, а следовательно, и между 7-м и 9-м динодами оставалось постоянным. Измерялись амплитуды импульсов, возникающих на выходе фотоумножителя при облучении его фотокатода вспышками от неоновой лампы, включенной в релаксационную схему, в зависимости от напряжения  $U$ . На рис. 1 представлены результаты, полученные для трех значений полного напряжения  $V$ , подаваемого на фотоумножитель.

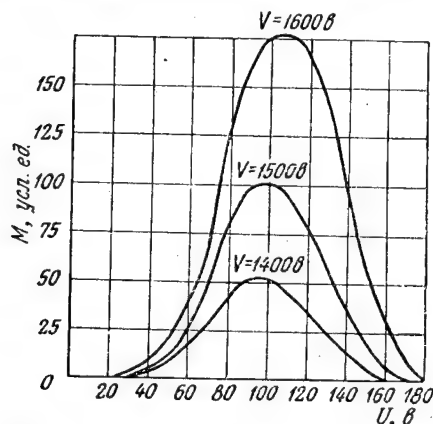


Рис. 1. Экспериментальная зависимость коэффициента усиления фотоумножителя ФЭУ-19 от напряжения между «плавающим» и соседним динодами.

Как и следовало ожидать, усиление максимально в том случае, если разность потенциалов между 7-м и 8-м, а также между 7-м и 9-м динодами одинакова.

Подобную зависимость коэффициента усиления  $M$  от напряжения  $U$  между исследуемым «плавающим»

и соседним динодом можно получить аналитически.

Действительно, в грубом приближении можно считать, что коэффициент умножения динода с электростатической фокусировкой изменяется пропорционально  $U^{1/2}$  (см., например, рис. 7 в книге Биркса [4]). Если не учитывать влияния изменения напряжения на фотокатод и собирающую систему, то для ФЭУ-19 с 13 умножающими динодами  $M \sim U_0^{13/2} \sim V^{13/2}$ , где  $U_0$  — разность потенциалов между соседними динодами при равномерном распределении напряжения между динодами, а  $V = nU_0$  — высокое напряжение, подаваемое на фотоумножитель ( $n=15$  — число электродов в умножителе).

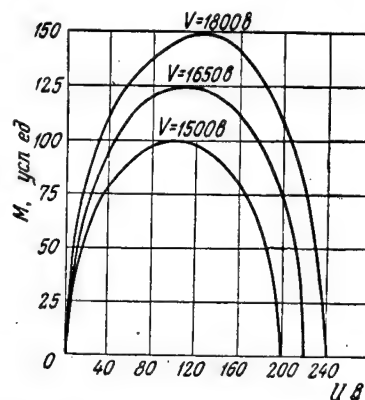


Рис. 2. Расчетная зависимость коэффициента усиления фотоумножителя ФЭУ-19 от напряжения между «плавающим» и соседним динодами.

Если между «плавающим» динодом и одним из соседних динодов поддерживать напряжение  $U \neq U_0$ , то напряжение между «плавающим» и другим соседним динодом будет равно  $2U_0 - U$ . При этом

$$M \sim U_0^{11/2} U^{1/2} (2U_0 - U)^{1/2}. \quad (1)$$

Функция  $M(U)$  имеет максимум при  $U = U_0$ . График этой зависимости представлен на рис. 2.

Различие между кривыми рис. 1 и 2 свидетельствует о неточности принятой нами зависимости между коэффициентом умножения и напряжением на динодах  $M \sim U^{1/2}$ . Однако для дальнейшего качественного рассмотрения это несущественно.

Из соотношения (1) получаем зависимость

$$U = U_0 (1 \pm \sqrt{1 - M^2 K U_0^{-13}}), \quad (2)$$

где  $K$  — постоянный множитель.

При  $M = \text{const}$  график зависимости разности потенциалов между «плавающим» и соседним динодами от высокого напряжения (пропорционального  $U_0$ ) представляется, таким образом, в виде дробной гиперболы с ветвями, асимптотически приближающимися к прямым  $U=0$  и  $U=2U_0$ .

Точка перегиба, соответствующая минимальному значению высокого напряжения, при котором

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

можно получить данный коэффициент усиления  $M$ , находится при  $U=U_0=\sqrt[13]{KM^2}$ .

Кривые  $U(U_0)$ , построенные для двух значений  $M$ , изображены на рис. 3.

При  $M=\text{const}$  вид зависимости  $U(U_0)$  таков, что в широких пределах изменения высокого напряжения она мало отличается от линейной. Это подсказывает идею простой схемы стабилизации усиления ФЭУ.

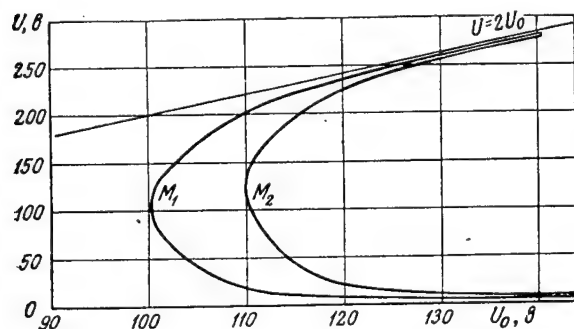


Рис. 3. Расчетные кривые  $U(U_0)$  при  $M=\text{const}$  ( $M_2 > M_1$ ).

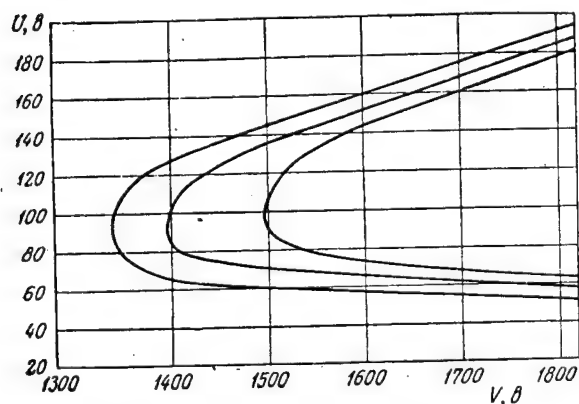


Рис. 4. Зависимость  $U$  от  $V$  при  $M=\text{const}$  (экспериментальные кривые).

Аналогичные кривые могут быть построены на основе экспериментальных данных, приведенных на рис. 1. Для ФЭУ-19 они снимались непосредственно.

На рис. 4 приведены кривые, полученные при изменении напряжения между 8-м и 7-м диодами для трех значений  $M$ . Коэффициент усиления  $M$  возрастает при переходе от левых кривых к правым. Сравнение рис. 3 и 4 показывает, что зависимость, подобная (2), действительно имеет место.

Аналогичные кривые были получены также, когда в качестве «плавающего» диода использовались 6, 7, 10, 12-й и 13-й диоды. Для несимметрично расположенных электродов (диафрагма, первый и последний эмитеры) кривые имеют другой характер.

Кривые рис. 4 показывают, что при  $M=\text{const}$  функция  $U(V)$  линейна на участках шириной до 450 В как на верхней, так и на нижней ветвях.

Линейные участки кривых можно воспроизвести с помощью цепи, состоящей из омических сопротивлений и элемента с постоянным напряжением (рис. 5).

В качестве плавающего диода  $x$  может быть выбран любой из диодов от 6-го до 12-го.

В качестве элемента с постоянным напряжением целесообразно использовать стабилитроны. Неоновые лампы для этой цели не так удобны, так как они работают менее стабильно.

Параметры схемы для ФЭУ-19 могут быть легко рассчитаны по формулам:

$$R = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{16 - x}{15} - \frac{U_2 - U_1}{V_2 - V_1}, \quad (3)$$

$$U_c = U_{co} \frac{16 - x}{15} - U_2 + (V_2 - U_{co}) \frac{U_2 - U_1}{V_2 - V_1} \text{ В}, \quad (4)$$

где  $U_1, U_2$  — напряжение между  $x$ - и  $(x-1)$ -диодами при  $V_1$  и  $V_2$  соответственно;  $U_c$  — напряжение, снимаемое со стабилитрона;  $U_{co}$  — полное напряжение на стабилитроне.

Эти формулы справедливы для случая, когда кривые (см. рис. 4) представляют разность потенциалов между  $x$ - и  $(x-1)$ -диодами. Значения  $U_1$  и  $U_2$  могут быть получены из кривых, аналогичных приведенным на рис. 4.

Расчеты и экспериментальная проверка показали, что хорошую стабилизацию усиления ФЭУ-19 можно получить при следующих параметрах схемы:

$R_1 = 1,2 \text{ мгом}$ $r_1 = 2,2 \text{ мгом}$ $R_2 = 560 \text{ ком}$ $r_2 = 220 \text{ ком}$ $U_{co} = 300 \text{ В (две СГ1П)}$ $U_c = 244 \text{ В}$	или	$R_1 = 1,1 \text{ мгом}$ $r_1 = 2,2 \text{ мгом}$ $R_2 = 720 \text{ ком}$ $r_2 = 220 \text{ ком}$ $U_{co} = 150 \text{ В (СГ1П)}$ $U_c = 118 \text{ В}$
--	-----	--

При колебании напряжения в сети на  $\pm 10\%$  общее усиление ФЭУ-19 изменялось на  $\pm 1\%$ .

Зависимость коэффициента усиления ФЭУ-19 от  $V$  при использовании схемы самостабилизации изображена на рис. 6.

Следует отметить, что используемые в качестве стабилизаторов напряжения лампы СГ1П по рекомендации завода-изготовителя должны работать при токе 5—30 мА. К. С. Калугин установил, что газонаполненные лампы хорошо осуществляют стабилизацию по напряжению при  $I_{\text{стаб}} = 1 \text{ мА}$ . Это было использовано при расчете параметров схемы, хотя такой режим работы лампы СГ1П не является обязательным.

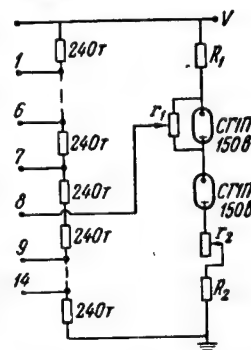


Рис. 5. Схема самостабилизации ФЭУ-19.

## ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Наличие в схеме двух переменных сопротивлений  $r_1$  и  $r_2$  дает возможность настраивать ФЭУ на область стабилизации при разном усилении.

С помощью  $r_2$  устанавливается наклон прямолинейных участков кривых рис. 4. С помощью  $r_1$  изменяется общий коэффициент усиления умножителя.

Схема может быть настроена на работу с любым фотоумножителем типа ФЭУ-19. При этом  $R$  изменяется от экземпляра к экземпляру в пределах от 0,400 до 0,425 (проверено на 14 экземплярах ФЭУ-19). Такое изменение вполне обеспечивается при  $r_2=220$  ком.

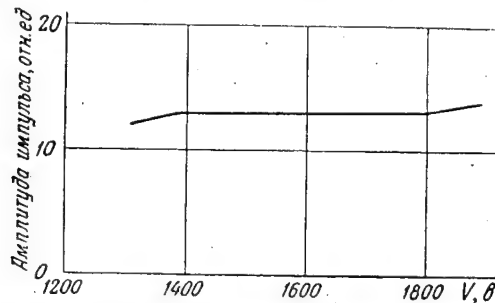


Рис. 6. Зависимость коэффициента усиления ФЭУ-19 от напряжения при использовании схемы самостабилизации.

Так как наклон прямолинейных участков кривых рис. 4 почти одинаков, то выбор правильного положения движка производится один раз: оно подбирается так, чтобы при изменении в требуемых пределах напряжения  $V$  на ФЭУ сигнал на выходе не изменялся по величине. После этого с помощью  $r_1$  устанавливается необходимое усиление.

Приведенные выше рассуждения справедливы и для других типов фотоумножителей с аналогичными конструкциями системы динодов. Так, Шпикина [5] показала, что такая же схема питания пригодна для ФЭУ-25 с девятью умножающими динодами. Использование в качестве плавающего любого динода (от 2-го до 7-го) обеспечивает постоянство усиления при изменении  $V$  на 400—500 в, если выбрать следующие параметры схемы, приведенной на рис. 5:

$$R_1=630 \text{ ком}, U_c=23 \text{ в};$$

$$r_1=2,2 \text{ Мом}, U_{co}=150 \text{ в};$$

$$R_2=700 \text{ ком}, r_2=220 \text{ ком}.$$

При использовании сцинтилляционных счетчиков в дозиметрических приборах встречаются затруднения, связанные с малым размером чувствительной площади фотокатода.

Использование фотоумножителей с большой площадью фотокатода улучшило бы положение, но следует учитывать, что они имеют большой темновой ток и их применение увеличивает габариты прибора. Поэтому необходимо разработать конструкцию световода, обеспечивающего равномерное соби́рание света с большей поверхности на меньшую без значительных потерь.

Наиболее примитивным решением является световод в виде усеченного конуса. Подобный световод из оргстекла применяется в сцинтилляционной приставке типа П-349-2, выпускаемой отечественной промышленностью.

Недостаток конического световода заключается в том, что при распространении света от большого основания к малому по мере последовательных отражений от боковой поверхности угол падения все время уменьшается и при большом числе отражений свет либо выйдет из конуса наружу (при полном внутреннем отражении), либо пойдет обратно к большому основанию (при зеркальном отражении). Такие «геометрические» потери света зависят от места и направления испускания света с поверхности основания, вследствие чего соби́рание света из разных точек основания неодинаково.

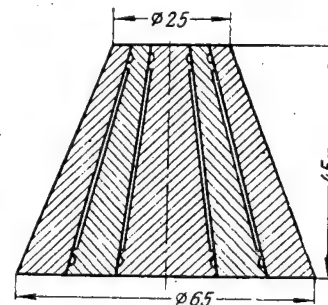


Рис. 7. Конструкция световода (разрез).

«Геометрические» потери света в конусе тем меньше, чем меньше угол раствора конуса; для цилиндра они отсутствуют. Но уменьшение угла раствора конуса приводит к увеличению его длины, т. е. к увеличению размеров световода и потерь на поглощение (в сплошном световоде).

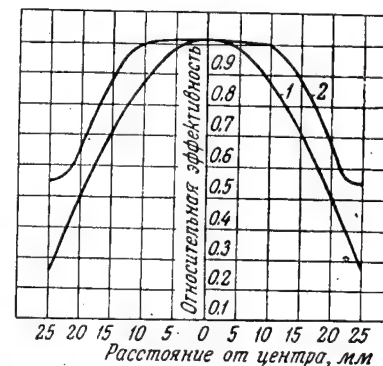


Рис. 8. Эффективность различных участков большого основания световода.

1—для световода приставки П-349-2;  
2—для световода, изображенного на рис. 7.

Нами сконструирован световод из набора полых конусов из оргстекла, вставленных один в другой (рис. 7).

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Сравнение относительной эффективности световода предлагаемой конструкции и световода сцинтилляционной приставки дано на рис. 8\*). Как видно из графика, сборный световод создаст несколько более равномерное распределение чувствительности по площади. При увеличении большого основания конуса получается еще более благоприятное соотношение.

Вследствие потерь при отражениях и из-за поглощения света в оргстекле наблюдается некоторое уменьшение амплитуды импульсов (достигающее 50%). Однако при регистрации  $\alpha$ -излучения или тепловых нейтронов, от которых можно получить мало отличающиеся друг от друга сцинтилляции большой амплитуды, такое поглощение света не существенно. Оно может оказаться допустимым и при измерениях других видов излучений.

\*) Измерения проводились без отражателя, поэтому результаты, полученные для заводского световода, отличаются от паспортных данных

Авторы выражают благодарность Р. Д. Васильеву, К. С. Калугину, В. В. Маркелову, Л. Н. Успенскому и В. А. Шишкиной за советы и помощь в работе.

Поступило в редакцию 5 VII 1956 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. О. Чечик, С. М. Файнштейн и Т. М. Лифшиц, Электронные умножители. Гостехиздат, 1954, стр. 182.
2. G. L. Gvernsey, G. R. Mott, B. K. Nelson, A. R. Roberts, Rev. Sci. Instr. 23, 476 (1952).
3. Методы экспериментальной электроники. Сборник, Изд. ИЛ, 1949, стр. 85—87.
4. Дж. Биркс, Сцинтилляционные счетчики. Изд. ИЛ, 1955.
5. В. А. Шишкина, Дипломная работа, МИФИ, 1956 г.

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

### Применение радиоактивных и стабильных изотопов и излучений в народном хозяйстве и науке в СССР

В апреле 1957 г. в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова проходила Всесоюзная научно-техническая конференция по применению радиоактивных изотопов и излучений в народном хозяйстве и науке. В работе конференции приняло участие более 3000 представителей от 1016 научных учреждений и промышленных предприятий Советского Союза и 94 ученых из зарубежных стран.

Всего на конференции было заслушано 444 доклада, в обсуждении которых приняло участие около 500 делегатов. Конференция позволила не только подвести итоги работы в области использования изотопов и излучений в народном хозяйстве и науке, но и выявить и обсудить новые перспективные направления и методы применения изотопов и излучений.

На конференции работали четыре секции: 1) технических наук и промышленного использования изотопов; 2) химии; 3) биологии, медицины и сельского хозяйства; 4) получения изотопов и конструкций  $\gamma$ -установок.

Пленарные заседания конференции были посвящены различным аспектам производства радиоактивных изотопов (Ю. С. Фролов, В. В. Бочкарев, Е. Е. Кулиш) и их применения при поисках и разработке полезных ископаемых (В. Н. Дахнов), для контроля и автоматизации технологических процессов (Н. Н. Шумиловский и Л. В. Мельцер), в агрономии (В. М. Ключковский) и клинической медицине (А. В. Козлова). Об источниках и особенностях действия на организм малых доз ионизирующей радиации сделал доклад А. В. Лебединский.

Ввиду невозможности даже краткого упоминания всех представленных работ в данной статье приведена лишь небольшая их часть.

На заседаниях секции химии было сделано 40 докладов, в которых были затронуты вопросы, связанные: 1) с изучением механизма и кинетики важнейших химических реакций; 2) радиационной химией; 3) аналитической химией и контролем производства; 4) радиохимией и 5) химическими методами получения изотопов.

Во всех изученных случаях изотопного обмена кислорода в неорганических и органических кислотах и их солях, а также в альдегидах и кетонах показано, что кислородный обмен протекает через обратимую гидратацию с промежуточным образованием орто-формы. По аналогичному механизму происходит обмен серы между  $H_2S^{35}$  и соединениями,

содержащими сульфидную группу ( $-SH$ ). В полисульфидах и политионатах изотопный обмен серы сопровождается разрывом связи  $S^{II}-S^{II}$  и сохранением связей  $S^{II}-C$  и  $S^{II}-S^{VI}$ . Валентное состояние серы при этом сохраняется. Изучение изотопного обмена серы в соединениях, содержащих  $C=S$ -группы (например, в 2-меркаптобензтиазоле), показало, что обмен с элементарной серой идет в связях  $C=S$  тем легче, чем сильнее эта связь поляризована, что согласуется с механизмом обмена через промежуточное присоединение элементарной серы с образованием полисульфидных цепочек (А. И. Бродский, Н. А. Высокая, И. И. Кухтенко, Л. Л. Стрижак, Л. В. Сулима).

Для определения типа вулканизационных структур был разработан метод, основанный на их различной способности к изотопному обмену с элементарной серой и серосодержащими соединениями. Кроме того, удалось установить соответствие между скоростью обмена серы в вулканизатах и такими факторами, как степень вулканизации, величина релаксации напряжения, утомление и т. д. Это имеет большое практическое значение для изучения процессов вулканизации резин (Б. А. Догадкин, З. И. Тарасова, М. Я. Каплунов).

Большой практический интерес представляет использование ионизирующих излучений для ускорения процессов полимеризации различных труднополимеризующихся мономеров (например, этилена). Под действием излучений можно полимеризовать те мономеры (например, гексафторпропилен), полимеризация которых не была достигнута другими методами. Для мономеров, в которых радиационный выход свободных радикалов невелик, целесообразно проводить полимеризацию не в «массе», а в растворе, применяя в качестве растворителя вещества, дающие большой выход радикалов, способных инициировать полимеризацию. Так, например, в растворах метилового спирта, ацетона, циклогексана и н-гептана выходы твердого полиэтилена в 40—50 раз превышают выходы, полученные при полимеризации этилена в газовой фазе в тех же условиях. Очень перспективны также методы эмульсионной полимеризации, которая протекает с большими скоростями и приводит к получению полимера с высоким молекулярным весом (С. С. Медведев).

Результаты исследования радиационно-химических превращений высокомолекулярных соединений показывают, что во многих случаях под действием излучения полимеры приобретают новые

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

ценные свойства. Наиболее перспективным направлением в этой области является радиационная вулканизация полиэтилена, различных каучуков и т. д. Резины, получаемые путем радиационной вулканизации, обладают улучшенными свойствами по сравнению с обычными: более высокой теплостойкостью, электрическими показателями, сопротивлением к истиранию и т. д. (В. Л. Карпов, Ю. С. Лазуркин, А. С. Кузьминский).

С целью выяснения влияния диспергированных нефтеносных пород на образование газов нефти определялось отношение водорода и метана, образующихся при облучении  $\gamma$ -лучами  $\text{Co}^{60}$  пентана, адсорбированного на диспергированном силикагеле, окиси алюминия, окиси железа и др. Обнаружено значительное влияние окиси железа на увеличение отношения  $\text{CH}_4$ :Н. Этот эффект позволяет объяснить отсутствие водорода в газах нефти и является одним из подтверждений гипотезы образования нефти из сложных органических веществ под действием излучения урана (А. О. Аллен, США).

Используя фотоядерную ( $\gamma$ , n) реакцию, можно определять содержание кислорода в различных металлах и полупроводниках. Чувствительность определения достигает 1%. При переходе к энергии тормозного излучения от 20 к 25 Мэв чувствительность метода может быть доведена до 0,01% (А. Х. Брегер).

Применение радиоактивных изотопов различных элементов в спектральном анализе позволило разработать методику раздельного исследования процессов испарения и возбуждения атомов элементов в источнике и экспериментально изучить влияние различных факторов, характеризующих исследуемое вещество и источник возбуждения спектров, на течение обоих процессов. Применение стабильных изотопов элементов открыло путь к созданию более совершенного метода спектрального анализа, характеризующегося большей точностью и универсальностью. Этот метод был назван методом изотопных дсбавок. Он основан на использовании двух явлений: большой близости физических и химических свойств изотопов элементов и существования эффекта смещения линий в атомных спектрах изотопов (Э. Е. Вайнштейн).

Большое практическое значение имеет метод измерения коэффициентов влагопроницаемости синтетических материалов (например, полиэтилена, полигидрофторхлорэтилена, резины и т. д.) с помощью воды, меченой тритием. Разработанный метод позволил: 1) сократить длительность испытаний с 2—6 недель до 2—10 дней; 2) повысить точность измерений примерно в 10 раз (Э. Э. Финкель).

Новый радиоэлектрохроматографический метод может быть с успехом применен для анализа некоторых растворов, содержащих радиоактивные продукты деления урана. Метод основан на способности заряженных ионов перемещаться под действием электрического поля по бумажной полоске, смоченной электролитом. Он не требует применения изотопных носителей и позволяет работать с растворами низкой активности  $10^{-3}$  мкюри/г (П. В. Зимков, А. Г. Быков, И. А. Усачева).

Электрохимический метод, основанный на использовании радиоактивности, позволил изучить ряд химических свойств некоторых элементов (например, Р<sub>0</sub>) и их соединений (валентность, раствори-

мость и т. д.) при концентрациях  $10^{-7}$ — $10^{-14}$  м/л. На примере радиоактивного серебра было показано, что о характере бинарных систем можно судить по величине электродных потенциалов (Д. М. Зив, Г. С. Синицына).

Предложен синтез некоторых важнейших исходных органических соединений, меченных  $\text{C}^{14}$ . Выход всех меченых соединений в расчете на исходный продукт составляет ~ 70%. Удельная активность синтезированных соединений  $\sim 10^6$ — $10^7$  имп/мин·ммоль.

Применение изотопов и излучений в биологии, медицине и сельском хозяйстве имеет в настоящее время два основных аспекта: 1) воздействие с помощью излучений на живой организм для получения направленных изменений у растений и животных и лечения болезней человека и 2) использование изотопов в качестве меченых атомов для изучения процессов жизнедеятельности.

Основой первого направления является сравнительно молодая отрасль науки—радиобиология.

Механизм биологического действия излучений привлекает к себе внимание в последнее время еще и потому, что в связи с внедрением атомной энергии в промышленность и науку и в первую очередь с испытаниями ядерного оружия повысился природный радиоактивный фон. И хотя повышение фона пока еще незначительно, все же оно позволяет сделать вывод об изменении условий среды обитания человека и серьезно заняться изучением действия малых доз на человеческий организм (А. В. Лебединский).

Понимание процессов, происходящих в живом организме при действии ионизирующих излучений, без знания механизма биологического действия излучений невозможно. Первичная ионизация и возбуждение молекул, составляющих живое вещество, дают начало цепной реакции, самоускоряющейся во времени. О наличии подобной цепной реакции можно судить уже на основании математического анализа зависимости эффекта от дозы излучения (Б. Н. Тарусов).

Первичная ионизация и возбуждение в наибольшей степени влияют на высокополимерные структуры живого вещества, особенно нуклеопротеидов, нарушая их упорядоченную структуру (А. М. Кузин).

Постановка опытов в специальных условиях дала возможность в какой-то мере установить те непосредственные физико-химические механизмы, которые лежат в основе действия радиации (например, гемолиз эритроцитов) (Г. М. Франк).

Что касается изучения изменений в целостном организме при действии ионизирующей радиации, то здесь внимание конференции было сосредоточено в основном на двух направлениях: изменении во внутренней среде организма и реакции нервной системы на лучевое воздействие.

Исследованием биологических свойств крови облученных животных установлено наличие биологически активных веществ, различно влияющих на функции организма в разные сроки после облучения (П. Д. Горизонтов).

К числу таких биологически активных веществ относится, в частности, гистамин, концентрация которого в тканях после облучения повышается (Е. И. Кричевская).



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Нарушение проницаемости барьеров между кровью и тканями приводит к ряду изменений состава и свойств тканевой среды, что также сказывается на функции органов (Л. С. Штерн, М. М. Громаковская, С. Я. Рапопорт).

При лучевой болезни существенным моментом является борьба с повышенной кровоточивостью. Показано, что повышенная кровоточивость обусловлена падением тромбопластической активности крови и что защита печени при облучении способствует выживанию животных, сохраняя тромбопластическую активность на сравнительно высоком уровне (Кудряшов и др.). Немалую роль в этом процессе играют также изменение проницаемости и нарушение гемодинамики (Н. В. Бутомо и др.).

При лучевой болезни нарушается нормальная первичная регуляция функций внутренних органов (И. Т. Курцин). Степень нарушения функции нервной системы зависит от типа нервной деятельности облучаемого животного (Л. И. Котляревский и др.). Нарушение деятельности центральной нервной системы происходит в результате изменения окислительных процессов в мозговой ткани (А. Д. Снежко) и электрической активности головного мозга (Н. А. Анаджалова); обнаружены также прямые морфологические изменения уже при действии сублетальных доз (М. М. Александровская).

Важные в практическом отношении результаты получены при исследовании течения различных инфекционных заболеваний у облученных животных. Показано, что устойчивость к гриппу (О. С. Петерсон, В. П. Эмайкина), пневмонии (П. Н. Киселев и др.) и анаэробным инфекциям (Р. В. Петров) значительно понижается, в то время как полиомиелит и желтая лихорадка протекают в облученном организме так же, как и в необлученном (О. С. Петерсон).

Результаты опытов по экспериментальной терапии лучевой болезни не внесли ничего существенно нового. Некоторый интерес представляют лишь опыты с холином, который при длительном профилактическом введении дал только 2% смертности после дозы в 1000 р (М. Л. Елеазарова).

В клинической медицине для диагностики и лечения больных радиоактивные изотопы применяются в Советском Союзе уже более 8 лет (А. В. Козлова). В качестве диагностического средства наиболее широкое применение нашли  $I^{131}$  и  $Na^{24}$ . Скорость включения радиоактивного йода в ткань щитовидной железы позволяет точно диагностировать разнообразные нарушения ее функции. Тот же тест может быть с успехом применен и для диагностики других заболеваний (К. Г. Никулин, Л. Н. Казакова).

С помощью  $Na^{24}$  исследуются скорость кровотока и объем циркулирующей крови. Определение скорости внутритканевого кровотока позволило выявлять состояние сердечно-сосудистой декомпенсации на тех стадиях, когда это невозможно сделать другими средствами (А. Л. Сыркин).

С большим успехом применяется  $I^{131}$  и для лечения заболеваний щитовидной железы. По данным, приведенным А. В. Козловой, однократное введение  $I^{131}$  приводит к излечению в 81—90% случаев.

Известные перспективы, особенно в лечении злокачественных новообразований женской половой

сферы, имеет коллоидное радиоактивное золото  $Au^{193}$  (Л. А. Новикова и др.).

Важным вопросом при применении радиоактивных изотопов для диагностики и лечения является безопасность метода для здоровья больного. В Советском Союзе для этих целей используются лишь короткоживущие изотопы  $Na^{24}$ ,  $I^{131}$  и частично  $P^{32}$  (А. В. Козлова).

В применении радиоактивных изотопов в сельском хозяйстве имеется два основных направления.

Первое направление—использование радиоактивных изотопов в качестве меченых атомов для изучения важнейших биохимических процессов.

Радиоактивный углерод  $C^{14}$  сыграл решающую роль в исследованиях процессов фотосинтеза; в настоящее время изучение фотосинтеза идет главным образом по линии детального анализа промежуточных продуктов этого процесса и исследования их дальнейшей судьбы (Н. Г. Доман, Е. А. Бойченко и Н. И. Захарова).

С помощью стабильного изотопа  $N^{15}$  удалось установить, что атмосферный азот фиксируется не бактериями, вегетирующими на клубеньках бобовых растений, а самими клубеньками (Ф. В. Турчин и др.). Изотопы  $P^{32}$  и  $Ca^{45}$  помогли исследовать влияние атмосферного электричества на скорость поступления катионов и анионов из почвы в растение. Оказалось, что при наличии положительного электрического заряда в атмосфере количество поступающего фосфора увеличивается до 220% от нормы, а поступление кальция снижается до 45% (З. И. Журбицкий).

Радиоактивные изотопы, в частности  $P^{32}$ , позволили решить ряд практических вопросов агрономии: о сроках и месте внесения удобрений в почву, о наиболее благоприятных физических свойствах удобрений и др. Так, например, уменьшение гранул суперфосфата позволило снизить стоимость удобрения без уменьшения его эффективности (П. А. Дмитриенко).

Второе направление—повышение урожайности сельскохозяйственных культур путем применения радиоактивных удобрений. В настоящее время эти исследования не дали еще четких результатов; кроме того, всякое повышение радиоактивности растений, неизбежное при внесении радиоактивных удобрений, нежелательно с точки зрения влияния на здоровье человека, так как радиоактивные вещества из растений могут попадать в организм человека или непосредственно с пищей, или через молоко и мясо сельскохозяйственных животных (В. М. Клечиковский).

Ряд докладов был посвящен методам получения и разделения радиоактивных изотопов и созданию мощных  $\gamma$ -установок для радиационно-химических, биологических и других исследований.

Среди установок для радиационно-химических исследований значительный интерес вызывает установка К-20000, разработанная в Институте им. Карпова (А. Х. Брегер и др.). Установка, снабженная кобальтовым источником активностью 20 000  $g$ -экв радия, позволяет облучать образцы объемом 0,5 л мощностью около 1000  $p/сек$  и объемом до 100 л мощностью около 100  $p/сек$ . Управление установкой полностью автоматизировано, что исключает возможность поражения обслуживающего персонала.

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Создание мощных источников  $\gamma$ -излучения открывает широкие возможности для лучевой обработки пищевых и сельскохозяйственных продуктов с целью их обеззараживания. В докладе Е. С. Перцовского и др. было дано описание полупроизводственной экспериментальной установки с активностью источника 32 000 *г-экв* радия, позволяющей проводить лучевую дезинсекцию 450 кг зерна в час. Обсуждалась также возможность использования осколков деления урана для создания конструкций облучателей промышленного типа.

Большое число (180) докладов, представленных на секцию технических наук и промышленного использования изотопов, было заслушано на подсекциях.

Доклады подсекции металлургии и металловедения группировались по следующим направлениям: теория и практика металлургических процессов черных (доменная и мартеновская плавки), цветных и редких металлов, диффузия в металлах и ее использование на практике, действие излучений на металлы.

Из более интересных работ, характеризующих эту тематику, следует отметить: определение термодинамической активности серы в системах Fe—S—C, Fe—S—Si и Fe—S—P (В. К. Журавлев, А. А. Жуковичский), позволившее дать новую трактовку растворов металлоидов в жидком железе; получение новых данных о движении шихтовых материалов и износе огнеупорной футеровки (И. П. Бардин, П. Л. Грузин, С. В. Земский); изучение процесса плавления руды и известняка в 350-тонных печах Магнитогорского металлургического комбината (В. Ф. Агапов, А. П. Варшавский, А. И. Дьяконов), позволившее ускорить плавку; исследование распределения примесей серы при кристаллизации стали (В. М. Тагеев, Ю. Д. Смирнов) и улучшение их распределения за счет присадки церия, лантана и циркония.

На предприятиях черной металлургии возможен контакт значительных контингентов рабочих с радиоактивными веществами. Для обеспечения безопасной работы проводится гигиеническая оценка условий труда (Н. И. Волкова) и создаются специальные радиолaborатории.

Исследование поведения примесей в производстве молибдата и паравольфрамата аммония (К. Т. Конева и С. Л. Савальский) позволило выбрать технологические схемы производства  $WO_3$  и  $MoO_3$  высокой чистоты.

Из большого количества исследований диффузии в металлах выделяется теоретически важный доклад о влиянии всестороннего сжатия на самодиффузию в поликристаллическом цинке (С. Д. Гердрик, М. П. Прянишников). Авторами было показано, что при возрастании давления до 80 атм коэффициент самодиффузии в интервале 270—380°C возрастает в 1,5—2,5 раза. Исследование диффузии, растворимости и сегрегации серебра, железа, олова и сурьмы в германии (А. А. Бугай, В. Н. Василевский, В. Е. Косенко, Е. Г. Миселюк) позволило определить пределы растворимости этих примесей при температуре кристаллизации.

Третий был использован для определения водорода в металлах (А. И. Чижиков, В. К. Бояринов). Исследование влияния нейтронного облучения на мартенситное превращение (О. П. Максимова,

А. И. Захаров) представляет интерес как метод исследования природы фазовых превращений.

Работа подсекции машиностроения, контроля технологических процессов и измерения и дозиметрии ядерных излучений показала, что в этой области за последние годы достигнут значительный прогресс.

В машиностроении радиоактивные изотопы используются главным образом для изучения износа деталей машин и инструмента (В. И. Дикушин). По сравнению с другими методами это позволяет резко снизить время исследования и повысить точность, как это было показано при изучении процесса резания металлов (Н. Ф. Казаков). Износ сопровождается переносом металла (Г. М. Заморуев, Я. Н. Левин) с одной трущейся детали на другую, зависит от напряжения на площадке контакта, пути трения, смазки и т. д., степень износа при разных формах изнашивания неодинакова. Установлено, что качество смазочных масел (В. Е. Завельский, К. С. Рамайн) и специальных присадок к нему (Ю. С. Заславский, Г. И. Шор, И. А. Морозова) влияет на износ цилиндропоршневой группы двигателя.

Технологические процессы промышленности усложняются и автоматизируются, поэтому их необходимо непрерывно контролировать и регулировать, не вводя внутрь аппаратов каких-либо чувствительных элементов, соприкасающихся с контролируемыми средами. Применение ядерных излучений для измерения теплоэнергетических параметров позволяет решить эту задачу (Г. Г. Иордан, К. С. Фурман). Из многочисленных приборов контроля широкого применения получили  $\gamma$ -уровнемеры, различные конструкции которых (В. К. Латышев, В. В. Ландин, С. В. Медведев, Ю. С. Плискин, Л. К. Таточенко, В. И. Шульга) применяются для измерения и регулирования уровня жидкого металла и т. п. Прекрасные результаты дает использование радиоактивных изотопов в технике безопасности (И. С. Рейзен, В. С. Медведев) для создания надежных аварийных выключателей и борьбы со статическим электричеством. Это важно и для текстильной промышленности в связи с внедрением синтетических волокон (П. Л. Полотин, Л. В. Мельтцер, Н. И. Панюков), где при сновке капрона заряды статического электричества успешно снимаются мягким  $\beta$ -излучением  $S^{35}$ .

Контроль содержания грунта в водногрунтовой смеси землесосных снарядов  $\gamma$ -лучевым плотномером (Е. Т. Кардаш) ведется в промышленности несколько лет. сейчас разрабатываются новые приборы этого типа.

Автоматический контроль веса движущегося бумажного волокна (Е. А. Нехаевский) дает на одной бумагоделательной машине условную годовую экономию в 660 тыс. рублей за счет сокращения некондиционной по весу бумаги.

Методом радиоактивных изотопов определяются места утечки подземных газопроводов (В. И. Кузнецов) и границы различных нефтепродуктов, последовательно перекачиваемых по магистральным трубопроводам (Б. З. Вотлохин, А. З. Дорогощильский, Н. П. Мельникова).

Большое количество предприятий Советского Союза использует для контроля материалов  $\gamma$ -дефектоскопию. Просвечивание толстых стальных

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

изделий и непрерывный контроль осуществляются новым методом бетатронной дефектоскопии с применением сцинтилляционных счетчиков (И. Г. Факидов, А. А. Самохвалов, Н. И. Давиденко, М. Д. Авраменко). Сварные и литые детали контролируются не только  $\text{Co}^{60}$ , но и более удобно и эффективно изотопами с мягким излучением ( $\text{Cs}^{137}$ ,  $\text{Ir}^{192}$ ,  $\text{Se}^{75}$ ). Стыки сварных труб и особенно тонкостенные детали успешно просвечиваются на специальной установке с  $\text{Tl}^{170}$  (С. В. Румянцев), который дает в 2—4 раза большую чувствительность. Усовершенствованы карманные радиометры и дозиметры  $\gamma$ -и жесткого  $\beta$ -излучения (Г. Р. Гольбек, А. Н. Вальшин) для геологических и полевых работ.

В методике повышения чувствительности и разработке новых методов измерения активности достигнуты заметные успехи. Применение диффузионной камеры (В. К. Ляпидевский) позволяет определять  $\alpha$ -активность газов порядка  $10^{-13}$  кюри/л. Экспериментально показана возможность фотоколориметрической  $\beta$ -дозиметрии доз порядка  $10^{-7}$ — $10^{-8}$  кюри/мл и ниже, и расчеты показывают, что возможен гальванический метод измерения  $\beta$ -активности (М. Ф. Лапратов, В. Е. Манойлов, О. А. Мяздриков). Для регистрации радиоактивных излучений разработана методика изготовления прозрачных сцинтилляционных пластмасс (Н. А. Адрова, М. М. Котон, Ю. Н. Панов) на основе терфенила с добавками 1,4-ди-[2-(5-фенилоксазолил)] бензола.

В подсекции горного дела обсуждались основные направления использования наиболее применяемых в СССР радиоизотопов:

а) нейтронные методы исследования разрезов скважин, основанные на изучении процессов замедления и последующего захвата нейтронов горными породами;

б) изучение интенсивности рассеянного породами  $\gamma$ -излучения источника, специально опускаемого в скважину;

в) измерение  $\gamma$ -излучения радиоактивных изотопов, введенных в изучаемую среду (В. Н. Дахнов).

В особенно широких масштабах эти методы разрабатывались и практически использовались в нефтяной промышленности при поисках и эксплуатации месторождения нефти и газа. Благодаря применению радиоактивных методов значительно повысилась эффективность бескернового бурения скважин. С их помощью точнее стали дифференцироваться разрезы скважин, сложенные породами высокого сопротивления, при бурении скважин на растворах с высокой минерализацией. В некоторых районах СССР методы радиометрии в сочетании с электрометрией позволили четко выделить газоносную часть пластов в разрезах скважин.

Для разработки нефтяных месторождений с контурным заводнением большое значение имеет создание нейтронных методов отделения нефтеносных пластов от водоносных, которые основаны на том, что сечение захвата нейтронов ядром хлора (32 барн) значительно превышает сечение захвата

других элементов горных пород нефтяных месторождений (0,0002—0,5 барн). С помощью этих методов удается отличить водоносные части пластов от нефтеносных и установить особенности продвижения пластовых вод в процессе эксплуатации (А. И. Колин, В. Н. Дахнов). Для вод с относительно небольшим количеством хлора разработаны методы отделения нефтеносных пород от водоносных путем активации натрия (Ф. А. Алексеев). Значительный прогресс был достигнут в разработке и промышленном опробовании метода рассеянного излучения при исследованиях разрезов угольных скважин. Методика выделения угольных пластов по данным изучения интенсивности рассеянного  $\gamma$ -излучения источника, содержащего  $\text{Co}^{60}$ , позволяет определять угольные пласты в разрезах скважин значительно точнее, чем другими методами (Ю. П. Булашевич, А. П. Фисенко, И. Н. Сенько-Булатный, Е. П. Давиденко).

За последние годы установлена эффективность применения радиоактивных методов для исследования разрезов скважин, бурящихся на воду. Измерение интенсивности естественного и нейтронного  $\gamma$ -излучения позволяет не только повысить точность выделения водоносных пород, но и в некоторых случаях давать оценку их вероятной продуктивности (В. А. Ряполова).

Наряду с разработкой и внедрением различных радиометрических методов при поисках, разведке и эксплуатации месторождений различных полезных ископаемых большое внимание уделялось созданию скважинной радиометрической аппаратуры. Среди созданных в последние годы приборов следует упомянуть скважинные приборы с нейтронными пропорциональными счетчиками для изучения плотности тепловых нейтронов; приборы для измерения в скважинах с температурой до  $+150^\circ\text{C}$ ; скважинные приборы со сцинтилляционными счетчиками; двухканальный прибор с борным окружением для определения положения водонефтяного контакта и проведения бокового нейтронного зондирования (В. М. Запорожец, Я. Я. Горский, В. П. Михайловский, Ю. И. Ситницкий, Д. Ф. Беспалов).

В качестве главного направления в усовершенствовании радиометрической аппаратуры конференция отметила разработку малогабаритных скважинных нейтронных генераторов.

На конференции отмечалось также еще далеко не достаточное использование возможностей радиометрических методов для поисков и разведки месторождений бора, марганца, ртути, алюминия, вольфрама, цезия, некоторых лантаноидов, для которых эти методы могут быть эффективными.

Участники конференции ознакомились с выставками дозиметрической и радиометрической аппаратуры и научно-технической литературы по вопросам использования изотопов, совершили экскурсию на атомную электростанцию.

Г. А. Некрасова, С. В. Левинский,  
О. Е. Орлов, М. М. Константинов.

## В атомном павильоне Всесоюзной промышленной выставки

(Отдел «Применение радиоактивных изотопов в промышленности»)

Современное промышленное производство предъявляет к приборам контроля технологических процессов и управления ими повышенные требования, которые определяются резким увеличением скорости протекания технологических процессов, работой в условиях высоких температур и давлений, широким внедрением вакуумной технологии и т. п.

Приборы и установки, отвечающие этим требованиям, демонстрируются в отделе «Применение радиоактивных изотопов в промышленности».

На одном из стендов в виде схем и графиков показывается использование радиоактивных изотопов для исследования доменных процессов: влияния различных факторов на движение шихтовых материалов, скорости газа в доменной печи, а также для контроля износа футеровки и разгара лещади доменных печей. Здесь же демонстрируется установка для определения скорости газа и установка ДР-1 для радиометрических измерений движения шихтовых материалов (рис. 1).

В отделе демонстрируются приборы для бесконтактного измерения плотностей и концентраций: радиоактивный плотномер жидкости типа ПЖР и  $\gamma$ -грунтомер. Приведены фотографии и схема приборов, предназначенных для этой цели: плотномер жидкости типа ПЖР-2 с модулированным радиоактивным излучением и сцинтиляционным счетчиком и радиоактивного конденсатометра типа РКМ.

Демонстрируемые  $\gamma$ -грунтомерами оборудуются земснаряды, что дает возможность багермейстерам земснарядов дистанционно осуществлять

работало 36 таких грунтомеров. Применение их дало значительную экономию.

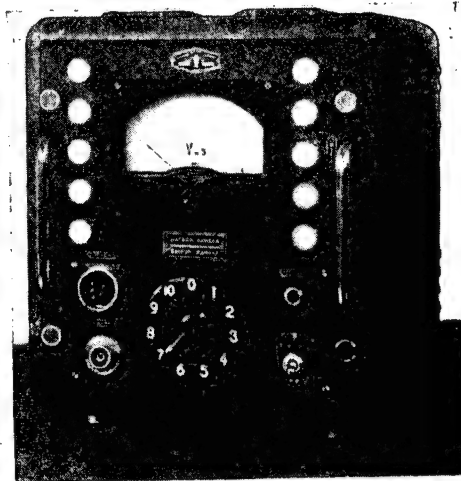


Рис. 1. Блок ВПУ десятиканального дистанционного радиометра ДР-1.

Показываются приборы, их схемы и фотографии в производственных условиях для бесконтакт-

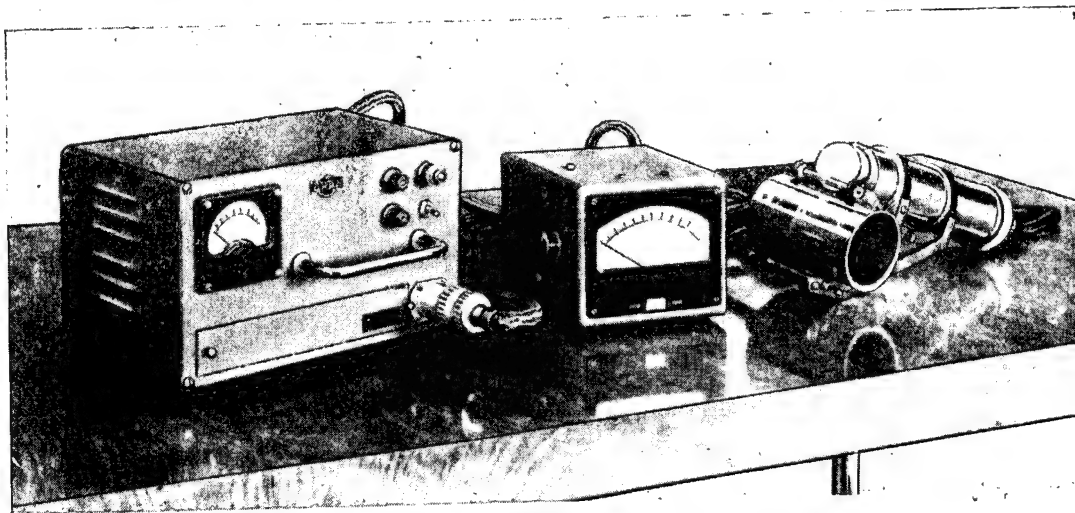


Рис. 2. Разностенномер Р-3.

непрерывный контроль содержания грунта в пульпе и поддерживать наиболее оптимальный режим работы земснаряда. В течение навигации 1956 г. только на земснарядах Министерства речного флота

ного измерения толщины и веса: установки для измерения толщины стального проката ИТУ-495 и толщины оловянного покрытия жести ИТП-476, а также разностенномер Р-3 (рис. 2).

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

В павильоне демонстрируются и другие действующие приборы, предназначенные для решения аналогичных задач: бесконтактный измеритель веса

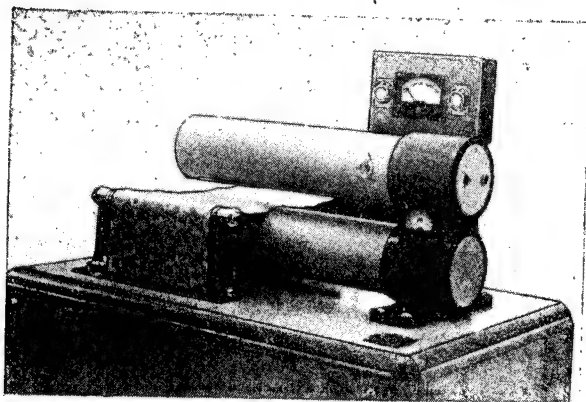


Рис. 3. Бесконтактный измеритель веса БИБ.

материала, проходящего на машине (БИБ), а также веществ, наносимых на ткань (рис. 3), прибор

Все эти приборы дают возможность ускорить процессы и снизить брак. Так, например, применение приборов для контроля толщины проката на Ленинградском сталепрокатном заводе, заводе «Запорожсталь» и др. позволило (по неполным данным) в два раза снизить брак металла по толщине и примерно в десять раз уменьшить время простоя станков.

Уровнемеры с использованием радиоактивных излучений находят применение при контроле и автоматизации технологических процессов с агрессивными, токсическими, вязкими, сыпучими и кипящими средами, а также в процессах, происходящих при высоких давлениях и температурах.

В отделе павильона представлены различные типы уровнемеров: УР-4 со следящей системой, радиоактивный измеритель, регулятор и индикатор уровня жидкого металла типа ИУ-3, РУ-2 и ИУ-2а, радиоактивный индикатор уровня РИУ-3 поплавкового типа, а также схема радиоактивного указателя уровня для барабанных котлов.

В нефтяной промышленности радиоактивные изотопы и излучения используются для определения положения водоносных и нефтеносных пластов, а также водонефтяного контакта в скважинах, крепленных стальной колонной; для выделения в разрезах скважин, обсаженных колонной, пластов,

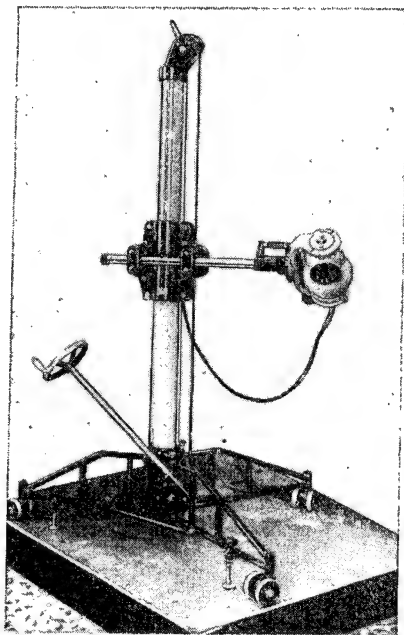


Рис. 4. Аппарат для  $\gamma$ -дефектоскопии ГУП-Со-0,5-1.

для измерения и записи неровности продуктов прядильного производства, в котором применена дифференциальная схема измерения и предусмотрено автоматическое вычисление коэффициента вариаций.

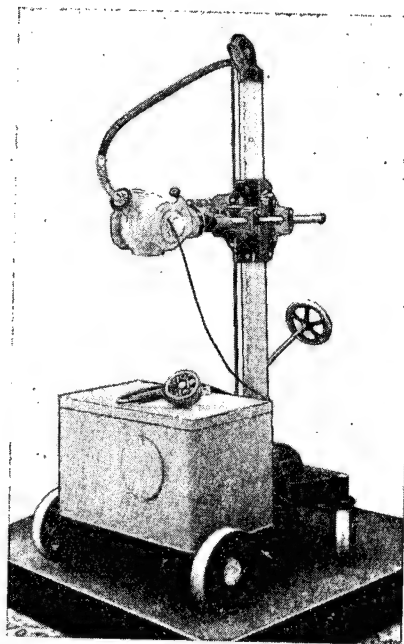


Рис. 5. Аппарат для  $\gamma$ -дефектоскопии ГУП-Со-5-1.

насыщенных газом или жидкостью (нефть—вода), и определения положения контакта газ—жидкость; для определения зоны гидравлического разрыва пласта и контроля технического состояния скважин



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

и др. На стенде показан один из способов радиометрического контроля последовательной перекачки нефтепродуктов по трубопроводам и радиометрического регулирования режимов работы нефтеперерабатывающих установок. Рядом со стендом помещена разборная аппаратура для радиоактивного каротажа (модели РАРК, НГР-55, ЛС-2 и НК-57).

при снятии зарядов статического электричества, что очень важно для тех отраслей производства, в которых при быстром движении материалов-диэлектриков происходит накопление зарядов статического электричества (кинопленочная, шелковая, резиновая, стеклянная отрасли промышленности и др.).

Применение метода нейтрализации зарядов статического электричества на текстильном комбинате

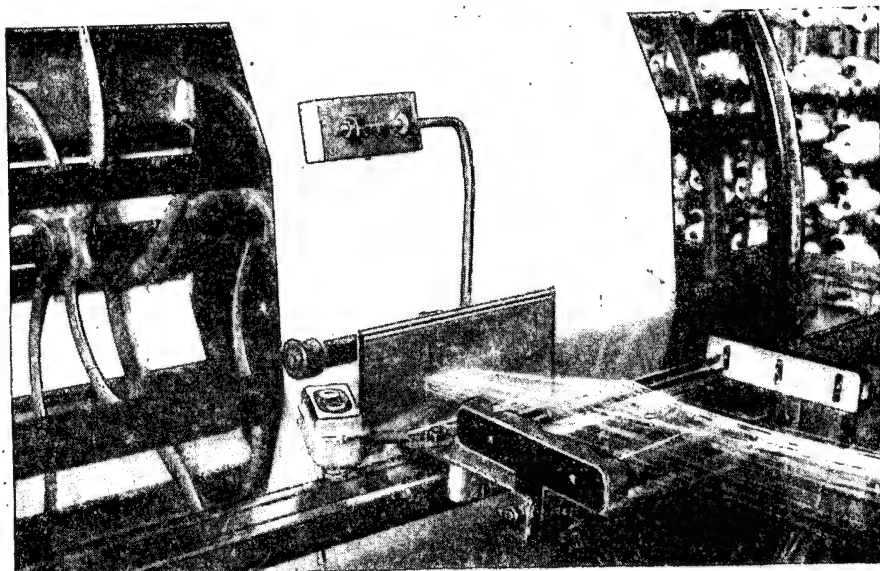


Рис. 6. Установка для снятия статического электричества на сновальной машине.

В павильоне представлены также аппараты различных типов: ГУП-Со-0,5-1 (рис. 4), ГУП-Со-5-1 (рис. 5) и др., применяющиеся для дефектоскопии промышленных изделий.

Применение  $\gamma$ -излучения для контроля качества промышленных изделий стало одной из эффективных форм использования ядерных излучений. В настоящее время на различных заводах Советского Союза работает уже более 1000 установок для  $\gamma$ -дефектоскопии материалов.

Демонстрируемый ионизационный манометр типа МИР-2, основанный на ионизации газов радиоактивными излучениями, позволяет производить измерения давлений в пределах от 0,1 мм до 1000 мм рт. ст.

С помощью действующего макета прибора показывается использование радиоактивных излучений

им. Щербакова (рис. 6) дало возможность повысить скорость сновальной машины в четыре раза.

На нескольких экспонатах показано, как используются радиоактивные излучения в релейных устройствах. Здесь приведены действующие приборы и установки: установка для маркировки стального проката, радиоактивный счетчик предметов на конвейере типа РСН-7, радиоактивный терморегулятор, регулятор-сигнализатор частоты, сигнализатор уровня напряжения аккумуляторной батареи телефонной станции и др.

Все экспонаты, представленные на выставке, свидетельствуют о большом внимании, которое уделяется в Советском Союзе мирному применению атомной энергии.

С. Переплетчиков

## Новые данные по нейтронным сечениям

Недавно Брукхейвенская национальная лаборатория (США) выпустила дополнение [1] к ранее изданному «Атласу нейтронных сечений» [2].

В дополнении приведены новые данные по нейтронным сечениям, полученные к 1 октября 1956 г.

В первом разделе помещены данные по нейтронным сечениям на тепловых нейтронах. В конце этого раздела приводятся наилучшие значения констант делящихся изотопов  $U^{233}$ ,  $U^{235}$  и  $Pu^{239}$  для нейтронов со скоростью 2200 м/сек, полученные



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

в ряде стран (в основном в СССР, США и Англии). В таблице приведены сечения поглощения  $\sigma_a$ , сечения деления  $\sigma_f$ , их отношения  $\frac{\sigma_a}{\sigma_f} = 1 + \alpha$ , числа вторичных нейтронов, приходящихся на один поглощенный нейтрон,  $\nu_{эфф}$ , и числа вторичных нейтронов, вылетающих в акте деления,  $\nu$ . Кроме того, приведены средние мировые значения, полученные путем усреднения данных отдельных стран, и мировые согласованные значения, полученные из средних мировых значений путем небольшого их исправления с целью согласования отдельных констант между собой.

Изотоп	Константы	Средние мировые значения	Мировые согласованные значения	$f$
$U^{233}$	$\sigma_a$ , барн	$591 \pm 7$	$588 \pm 7$	1,001
	$\sigma_f$ , барн	$532 \pm 6$	$532 \pm 6$	1,006
	$1 + \alpha$	$1,100 \pm 0,004$	$1,105 \pm 0,007$	0,995
	$\nu_{эфф}$	$2,29 \pm 0,02$	$2,28 \pm 0,02$	1,005
	$\nu$	$2,51 \pm 0,03$	$2,52 \pm 0,03$	1,000
$U^{235}$	$\sigma_a$ , барн	$697 \pm 6$	$694 \pm 10$	0,974
	$\sigma_f$ , барн	$579 \pm 5$	$582 \pm 10$	0,977
	$1 + \alpha$	$1,189 \pm 0,008$	$1,192 \pm 0,008$	0,997
	$\nu_{эфф}$	$2,070 \pm 0,015$	$2,07 \pm 0,02$	1,003
	$\nu$	$2,47 \pm 0,03$	$2,47 \pm 0,03$	1,000
$Pu^{239}$	$\sigma_a$ , барн	$1025 \pm 13$	$1025 \pm 13$	1,077
	$\sigma_f$ , барн	$740 \pm 9$	$738 \pm 9$	1,052
	$1 + \alpha$	$1,38 \pm 0,02$	$1,39 \pm 0,03$	1,024
	$\nu_{эфф}$	$2,085 \pm 0,016$	$2,09 \pm 0,02$	0,976
	$\nu$	$2,91 \pm 0,04$	$2,91 \pm 0,04$	1,000

В последнем столбце таблицы приведены факторы  $f$ , на которые следует умножить соответствующую константу для получения ее значения в максвелловском спектре нейтронов со средней скоростью 2200 м/сек [3].

В других разделах приведены новые данные по резонансным параметрам ядер и сечениям в зависимости от энергии нейтронов.

После выхода дополнения [1] появился ряд сообщений о некоторых новых измерениях нейтронных сечений.

В работе К. Айткена и сотрудников [4] измерено сечение поглощения реакторных нейтронов  $Sm^{149}$ . Оно оказалось равным  $74\,500 \pm 1100$  барн, что несколько превышает значение, приведенное в [1].

В работе Р. Личмана и Х. Шмитта [5] измерено сечение деления  $U^{238}$  нейтронами спектра деления, оказавшееся равным  $0,307 \pm 0,005$  барн.

В работе Т. Грина и сотрудников [6] измерено сечение поглощения тепловых нейтронов  $U^{233}$ . Оно оказалось равным  $578 \pm 17$  барн, что согласуется со значением, приведенным в [1].

П. К.

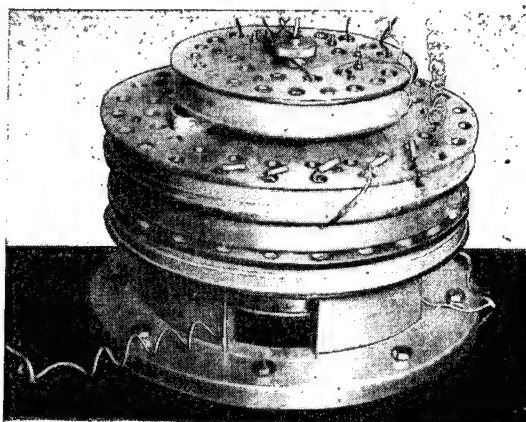
## ЛИТЕРАТУРА

1. D. J. Hughes, R. B. Schwartz, Neutron Cross Sections, BNL-325, Suppl. 1, BNL, 1957.
2. D. J. Hughes, J. A. Harvey, Neutron Cross Sections, McGraw-Hill Co., 1955.
3. D. J. Hughes (частное сообщение).
4. K. L. Aitken, D. J. Littler, E. E. Lockett, G. H. Palmer, J. Nucl. Energy 4, 33 (1957).
5. R. B. Leachman, H. W. Schmitt, J. Nucl. Energy 4, 38 (1957).
6. T. S. Green, V. G. Small, P. E. Glanville, J. Nucl. Energy 4, 409 (1957).

Безжелезный  $\beta$ -спектрометр с двойной фокусировкой

В Московском инженерно-физическом институте рассчитан, сконструирован и испытан магнитный  $\beta$ -спектрометр с двойной фокусировкой пучка электронов на центральный угол  $\pi/\sqrt{2}$  в магнитном поле системы катушек, не содержащих железа.

Магнитное поле в плоскости зеркальной симметрии следует в широком диапазоне изменения радиальной координаты с точностью 0,2% полю, рассчитанному П. Павинским. Это поле осуществляет точную фокусировку широкого плоского пучка электронов и фокусировку первого порядка по отношению к объемному пучку электронов. Простая переналадка прибора позволяет получить в средней плоскости, кроме поля Павинского, поля, характеризующиеся в приближенной теории двойной фокусировки коэффициентами  $1/8$ ,  $1/4$ ,  $3/8$ . Поскольку магнитное поле создается системой катушек, не содержащих железа, топография поля сохраняется неизменной при изменении величины электрического тока, протекающего через катушки, и между напряженностью поля и током, питающим



Общий вид  $\beta$ -спектрометра.

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

магнит, существует строго линейная зависимость. Это обстоятельство позволяет сравнительно просто производить прецизионные измерения энергетического распределения электронов. Радиус равновесной орбиты спектрометра равен 100 мм. Максимальные углы расхождения пучка электронов в радиальном и аксиальном направлениях равны соответственно  $\pm 10^\circ$  и  $\pm 6^\circ$ .

Спектрометр анализирует электроны с максимальной энергией 0,3 Мэв. Полуширина снятой на приборе F-линии ThВ составляла 0,58% при используемом относительном телесном угле 0,6%.

При этом ширина источника была равна 1,5 мм, а ширина прямоугольной приемной цели—1,2 мм. На рисунке приведен общий вид спектрометра, максимальный диаметр которого равен 400 мм, высота 280 мм. Вес прибора около 40 кг.

В настоящее время (на основании результатов расчета испытанного прибора) разработана конструкция подобного спектрометра с радиусом равновесной орбиты 200 мм, предназначенного для анализа электронов с энергией до 3 Мэв.

В. Ф. Баранов

## Развитие атомной энергетики во Франции

Имевшие место в конце 1956 г. трудности во французской экономике, вызванные событиями на Суэцком канале, лишний раз подтвердили зависимость экономической жизни Франции от импорта топлива. Эта зависимость не может быть устранена расширением энергетической базы Франции за счет обычных источников энергии. К настоящему времени добыча угля практически достигла своего максимума: уже используется около 50% гидроэнергетических ресурсов, и хотя добыча нефти и природного газа существенно возросли, их далеко недостаточно для покрытия потребностей. Поэтому французский Комиссариат по планированию намечает быстрое расширение атомной энергетики. Предполагается, что электрическая мощность атомных электростанций будет удваиваться каждые 3—4 года; к 1975 г. их удельный вес должен составлять от 15% до 35% [2] в зависимости от темпов снижения цен на «атомное электричество».

Прежде чем приступить к строительству атомных электростанций, Комиссариат по атомной энергии Франции осуществил обширную программу исследовательских работ. Большинство из них проводится в исследовательском центре в Сакле, созданном 8 лет назад, и частично—в Шатийоне. Исследования проводятся также в 38 научно-исследовательских организациях страны, связанных контрактами с Комиссариатом. В ближайшем будущем вступит в строй исследовательский центр в Гренобле.

Из экспериментальных реакторов следует отметить EL-2, предназначенный для исследовательских целей, в частности для радиационного испытания материалов, а также получения радиоизотопов и небольшого количества плутония. Этот реактор долгое время был единственным в мире реактором, в котором в качестве теплоносителя использовался сжатый газ. Для экспериментальной проверки расчетов конструируемых энергетических и промышленных реакторов построено и строится несколько реакторов нулевой мощности—«Аквилон», «Минерва», «Прозерпина» (см. табл. 1 на 172 стр.).

Параллельно программе исследований в области атомной энергетики Комиссариат планирует изучение вопросов, связанных с элементарными частицами. С этой целью в Сакле, кроме четырех небольших ускорителей частиц, сооружается синхротрон с максимальной энергией протонов 3 Бэв, по размерам и характеристикам сравнимый с известным Брукхейвенским бататроном. Большинство его узлов будет изготовлено во Франции. Он войдет в строй

в конце 1957 г. и будет крупнейшим ускорителем в Западной Европе (включая Англию).

Характерной особенностью развития реакторостроения во Франции является отказ от разделения

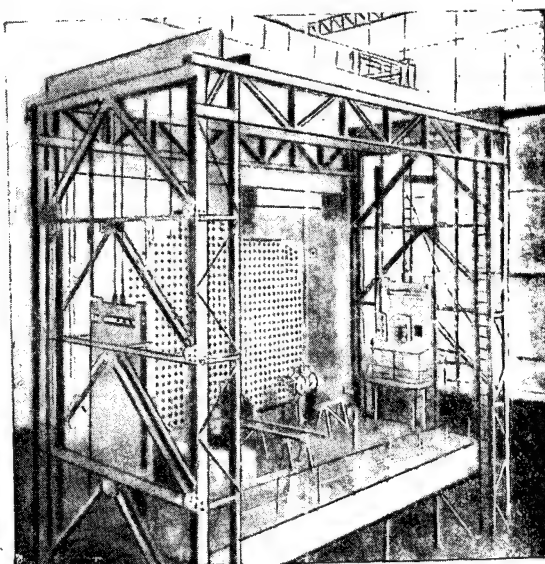


Рис. 1. Реактор G-1. Загрузочная сторона.

изотопов урана в пользу получения плутония в производственном центре в Маркуле. Создание этого центра, предусмотренное первым пятилетним планом, будет в основном завершено в текущем году. Пока же Комиссариат вынужден ввозить обогащенный уран для исследовательских целей из-за границы (например, стержни из слабообогащенного урана для реактора EL-3 были приобретены в Англии). В июне прошлого года подписано соглашение с США о продаже Франции 40 кг  $U^{235}$ .

В январе 1956 г. вступил в строй первый из трех маркульских реакторов серии «G» (графитовый)—G-1\*) производительностью 15 кг плутония

\*) См. Атомная энергия 1, 2, 108 (1956).

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Таблица 1

## Французские реакторы [1]

Реактор и его назначение	Дата пуска	Замедлитель	Теплоноситель	Горючее	Мощность теплов./электр.	Место постройки
1. ZOЕ (для исследовательских целей)	1948	D <sub>2</sub> O	Нет	3 т UO <sub>3</sub>	5 кВт/0	Шатийон
2. ZOЕ (усовершенствованный, для исследовательских целей)	1953	D <sub>2</sub> O	D <sub>2</sub> O	2 т естественного урана	150 кВт/0	»
3. FL-2 (для исследовательских целей)	1952	D <sub>2</sub> O	Азот, затем CO <sub>2</sub> под давлением 10 ат	3 т естественного урана	2,5 мвт/0	Сакле
4. «Аквилон» (для исследовательских целей)	Август 1956	D <sub>2</sub> O или H <sub>2</sub> O	Нет	Различные типы тепловыделяющих элементов и различное их расположение	1 вт/0	»
5. EL-3 (для испытания материалов)	1957	D <sub>2</sub> O	D <sub>2</sub> O	Слабообогащенный уран	10—15 мвт/0	»
6. Реактор бассейнового типа № 1 (для обучения персонала и исследований по защите)	1958	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	Около 5 кг U <sup>235</sup> в уране с обогащением 20%	1 мвт/0	Гренобль
7. Реактор бассейнового типа № 2 (для исследований по защите)	1958	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	Около 5 кг U <sup>235</sup> в обогащенном уране	1 мвт/0	Шатийон или Сакле
8. «Минерва» (для изучения реактивности)	1958	H <sub>2</sub> O, возможно, BeO <sub>2</sub>	Нет	Около 3 кг U <sup>235</sup> в обогащенном уране	1 вт/0	Шатийон
9. «Прозерпина» (гомогенный, для исследовательских целей)	1957	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	Раствор сульфата плутония (несколько сотен граммов)	1 вт/0	Сакле
10. «Марэн» (для силовой установки судов)		Данных нет				
11. «Шод» (для силовой установки самолетов)		Данных нет				
12. G-1 (для производства плутония)	Январь 1956	Графит	Воздух	100 т естественного урана	40 мвт/5 мвт	Маркуль
13. G-2 (для производства плутония и электроэнергии)	1957	»	CO <sub>2</sub> под давлением 15 ат	100 т естественного урана	150 мвт/30 мвт	»
14. G-3 (для производства плутония и электроэнергии)	1958	»	CO <sub>2</sub> под давлением 15 ат	100 т естественного урана	150 мвт/30 мвт	»
15. EDF-1 (для производства плутония и электроэнергии)	1959	»	CO <sub>2</sub> под давлением 25 ат	130 т естественного урана	300 мвт/60 мвт	Авуан

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

в год (рис. 1). Получение электроэнергии (5 мегатт) на этом реакторе преследует исключительно исследовательские цели и даже не покрывает собственных нужд. Реакторы этой серии будут работать на естественном уране; в них в качестве замедлителя используется графит, а в качестве теплоносителя  $\text{CO}_2$ . Выбор реактора такого типа объясняется в первую очередь стремлением ориентироваться на сырье, производимое во Франции, а также относительной простотой конструкции и легкостью его эксплуатации. Кроме того, применение газообразного теплоносителя снижает вероятность радиоактивного заражения местности, что особенно важно для Франции

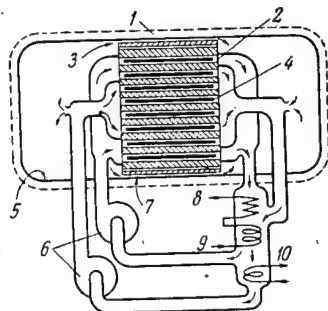


Рис. 2. Схема реактора G-2.

1—комбинированная защита и бетонный корпус высокого давления; 2—каналы с горючим; 3—газ, охлаждающий бак высокого давления; 4—урановые стержни; 5—тонкая стальная обшивка; 6—газодувка с паровым приводом; 7—чугунная защита от тепловых нейтронов; 8—перегретый пар; 9—питательная вода; 10—экономайзер.

с ее большой плотностью населения. Однотипные реакторы G-2 (рис. 2) и G-3 [4] являются двухцелевыми, т. е. в них наряду с выработкой плутония будет производится электроэнергия (по 30 мегатт).

Французские реакторостроители создали реактор оригинальной конструкции, который во многом отличается от уже работающих английских реакторов (Колдер-Холл). Корпус французских реакторов, рассчитанный на давление, изготовлен из бетона, облицованного изнутри (для большей герметичности) листовой сталью. Он охлаждается углекислым газом, циркулирующим между экраном от тепловых нейтронов из чугуна и стальной облицовкой. Горючее (около 100 т естественного урана с примесью небольшого количества алюминия) изготавливается в виде блоков длиной 300 мм и диаметром 28 мм (алюминий предохраняет блоки от искривлений). Каждый блок заключен в ребристую трубку из сплава циркония с магнием и механически с ней скреплен. Блоки помещаются в 1200 горизонтальных каналах (диаметром 70 мм), расположенных с шагом 200 мм. Теплоноситель—углекислый газ под давлением 15 ат—охлаждает в отличие от колдерхоллского реактора две различные зоны, причем температура во внешней зоне больше, чем во внутренней. Перегрузка реактора производится во время работы.

Для извлечения из облученного урана плутония в Маркуле сооружается химический завод.

Первой установкой, предназначенной главным образом для производства электроэнергии, будет

реактор EDF-1, к сооружению которого в Авуане (долина р. Луары) приступила компания «Электрисите де Франс». В реакторе этой станции будут использоваться те же материалы, что и в реакторах G-2 и G-3, однако с целью снижения стоимости электроэнергии в его конструкцию внесены некоторые изменения. В частности, он рассчитан на повышенные давление и температуру углекислого газа. Вторым пятилетним планом развития атомной энергетики Франции, разработку которого заканчивают сейчас французские специалисты, предусматривается создание в Авуане атомного энергетического центра, общая мощность которого составит 300 мегатт. По этому плану намечается ежегодное введение в строй одной атомной электростанции, причем мощность каждой новой станции будет больше предыдущей. Пока еще неизвестно, где будут построены другие атомные энергетические центры. Осуществление плана начнется с конца 1957 г., хотя 10 млрд. франков, ассигнованные для этой цели, будут к этому времени фактически использованы.

Согласно заявлению Жоржа Гилье—французского государственного секретаря, ведающего вопросами атомной энергии, для выполнения второго пятилетнего плана потребуется 200—300 млрд. франков. Для сравнения можно отметить, что к концу 1957 г. капиталовложения в атомную промышленность составят 150 млрд. франков, тогда как в 1945 г. они составляли 0,5 млрд. франков. По-видимому, в будущих реакторах не обязательно будут использоваться те же материалы, что и в реакторах серии G и в EDF-1. Новый пятилетний план не предусматривает строительства реактора с расширенным воспроизводством горючего, хотя, как полагают, решение о его строительстве будет принято.

Следует упомянуть о намерении Франции построить две атомные подводные лодки [8]. В Шербуре создан учебный центр для подготовки их экипажей [9]. Новый океанский лайнер «Франция» водоизмещением 55 000 т строится с таким расчетом, чтобы в будущем его силовую установку можно было заменить атомной [5]. Экспериментальный реактор «Марэн» является прототипом реактора для морских судов. Другой экспериментальный реактор «Шод», о котором известно только, что он работает «при очень высокой температуре» и не предназначен для производства электроэнергии, является, по-видимому, прототипом реактора для самолетов.

Успешное выполнение программы развития атомной энергетики в значительной мере зависит от того, в какой степени Франция сумеет обеспечить свои установки необходимыми материалами. Важнейшей проблемой является горючее. Не случайно почти одна треть всех сотрудников Комиссариата по атомной энергии работает в Горнорудном управлении. Ресурсы самой Франции (50 000—100 000 т урана) [6] дают ей возможность занять первое место в Западной Европе по добыче урана. Кроме того, на Мадагаскаре обнаружено около 1000 т тория, содержащего 10—20% урана и 60—70% тория. Поиски новых месторождений ведутся в Сахаре, Французской Экваториальной Африке, Французской Западной Африке и в Гвиане.

В 1957 г. намечено получить 380 т концентрата [7], содержащего 60% урана, 300 т урана реакторной чистоты и 300 т нитрата тория реакторной чи-

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

стоты. В будущем производство урана предполагается увеличить: в 1958 г.—500 т, 1961 г.—1000 т, 1970 г.—2500 т, 1975 г.—3000 т.

Таблица 2  
Заводы по переработке урановой руды [3]

Местонахождение завода	Переработка руды, т/год	Содержание урана в руде %	Выход ураната, т/год
Генбон (департамент Соны и Луара) . . . . .	50 000	0,1—0,8	300
Экарпьер (департамент Вандея) . . . . .	300 000	0,11—0,15	400
Бессин (департамент Верхняя Вьенна) . . . . .	200 000	0,11—0,25	450

С целью получения концентрата, содержащего 60% урана, бедную урановую руду намечается перерабатывать на трех обогатительных заводах (см. табл. 2), один из которых уже вступил в строй (в Генбоне). В Буше, близ Парижа, заканчивается строительство завода по извлечению урана реакторной чистоты. Стоимость получения химического концентрата на предприятиях Комиссариата составляет 12 000 франков/кг, извлечение урана из концентрата на заводе в Буше—5 000 франков/кг. Ожидается, что в недалеком будущем стоимость переработки снизится до 10 000 и 4 000 франков/кг урана и концентрата соответственно.

Реакторно-чистый графит (сечение захвата менее 4,5 мбарн, плотность 1,7) в достаточных количествах выпускается фирмой «Пешинэ». Тяжелая вода во Франции в промышленных масштабах не производится; сейчас испытываются различные методы ее получения. В частности, фирма «Компани франсэ де л'о лурд» построила опытную установку для производства тяжелой воды методом дистилляции жидкого водорода. Пока же тяжелая вода поставляется во Францию из Норвегии и США. Реакторно-чистые бериллий и окись бериллия (последняя плотностью 2,95—выше, чем в США) производятся в стране в больших количествах. Быстро растет производство циркония, свободного от примеси гафния. Большая часть специального оборудования для атомной энергетики, включая электронное, изготавливается во Франции. Ожидают, что скоро во Франции будут производиться все материалы, необходимые для атомной промышленности. Однако

весьма существенным исключением из этого является то, что Франция не имеет промышленной установки для разделения изотопов урана.

Быстрое развитие атомной энергетики повлекло за собой оживление деятельности французской промышленности [10]. В течение нескольких лет промышленные фирмы из простых поставщиков превратились в последнее время в компаньонов комиссариата. В 1955 г. по контрактам с Комиссариатом работало 25 фирм. В настоящее время число фирм, принимающих участие в работах Комиссариата, настолько возросло, что оказалось более удобным создать объединения фирм, например, «Индатом» (9 фирм), «Франсатом» (19 фирм), «Окзиатом», «Техническая ассоциация по использованию атомной энергии» (50 фирм).

Проблема обеспечения французской атомной энергетики кадрами еще сложнее, чем проблема обеспечения материалами, хотя Франция уже 12 лет занимается исследованиями в этой области. В настоящее время на предприятиях и в аппарате Комиссариата без учета рабочей силы, занятой в горнодобывающей промышленности на заморских территориях Франции, работает около 6000 человек, в том числе около 2000 сотрудников, имеющих высшее и среднее образование.

Для повышения квалификации сотрудников частных фирм в исследовательском центре в Сакле организованы курсы по ядерной технике, теоретической и экспериментальной физике, радиобиологии, биофизике, радиоизотопам, металлургии реакторных материалов. Обучение сопровождается трехмесячной практикой на предприятиях Комиссариата. В 1956 г. эти курсы окончили 40 инженеров частных компаний. Аналогичные курсы намечено создать в новом исследовательском центре в Гренобле, где предполагается выпускать до 200 инженеров в год.

В. А.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Nucleonics 14, 12, 9—10 (1956).
2. Atomics and Nucl. Energy 8, 1, 15—19 (1957).
3. Atomics and Nucl. Energy 8, 2, 51 (1957).
4. A. Ertaud, Atomics and Nucl. Energy 8, 2, 52—59 (1957).
5. Nucleonics 14, 9, 11 (1956).
6. Nucleonics 15, 1, 9 (1957).
7. Nucl. Power 2, 10, 40 (1957).
8. Newsweek 48, 25, 42 (1956).
9. Nucl. Engineering 2, 12, 125 (1957).
10. Bull. d'information économique et technique 5, 4—8 (1956).

### Достижения в области изучения диаграмм состояния металлических систем

С 17 по 21 мая 1957 г. в Институте металлургии им. Байкова АН СССР проходило совещание, посвященное вопросам исследования диаграмм состояния металлических систем.

В докладе О. С. Иванова «Достижения и перспективы в области изучения диаграмм состояния

металлических систем» рассматривались задачи изучения металлов и сплавов, в частности, бериллия, ниобия, циркония, урана и плутония, применяемых в атомной энергетике.

Для изыскания сплавов с важными практическими свойствами и определения способов их обра-



## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

ботки большое значение имеет знание их диаграмм состояния, так как они дают наиболее широкое представление о взаимодействии двух, трех и более металлов в функции от концентрации, температуры и давления.

Использование термодинамических расчетов, основанных на модели регулярных растворов, а также учет электронной структуры сплавов позволяют перейти к более общему рассмотрению зависимости диаграмм состояния данного металла от его химической характеристики и положения сплавляемых с ним компонентов в периодической системе элементов.

Для получения сильно реакционных металлов атомной энергетики используются новые методы: дуговая плавка на охлаждаемом подду и бестигельная плавка. Исследование очень редких или опасных для жизни радиоактивных металлов (плутония, полония и др.) производится в микромасштабе, для чего разработаны методы микротермического,

микродилатометрического, рентгеновского и магнитного анализов образцов объемом в доли кубических миллиметров и весом порядка одного миллиграмма. Для образцов с высокой радиоактивностью разработаны «горячие» камеры с дистанционно управляемой аппаратурой. Созданы термопары из тугоплавких металлов и совершенные оптические микропирометры, однако исследования в области температур 200—3000° С недостаточны по объему и качеству.

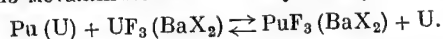
Масштаб исследований, проведенных многими организациями различных стран, весьма значителен. По опубликованным литературным данным, полностью исследованы 22 двойные системы на основе урана, 12 на основе тория, 7 на основе плутония и частично исследованы 3 тройные системы на основе тория и 5 на основе урана. Имеются также подробные данные о структуре более чем 70 интерметаллических соединений плутония.

О. Е.

### Распределение плутония и продуктов деления между расплавленным ураном и смесями $UF_3-BaCl_2$ ( $F_3$ )\*)

В экспериментах использовалась навеска облученного урана весом 20 г (содержание плутония 50 мкг/г) и смесь трифторида урана с галоидными солями бария.

При температуре 1200—1400° С в расплаве плутоний и осколки деления экстрагируются, переходя из металлической в солевую фазу по реакции:



Время, необходимое для установления равновесия (без механического перемешивания фаз), составляет не менее 1 часа. Константа равновесия для распределения плутония записывается в следующем виде:

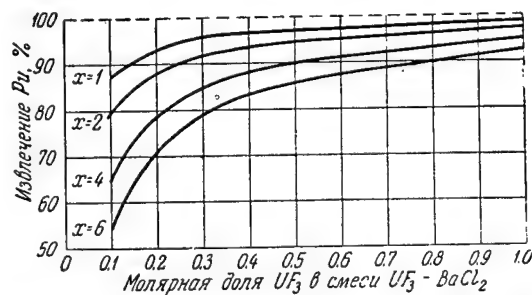
$$K = \frac{\%Pu}{100 - \%Pu} \cdot \frac{\text{кол. молей } U}{\text{кол. молей соли}} \cdot \frac{1}{N_{UF_3}},$$

где % Pu — плутоний, экстрагированный из металла в соль;  $N_{UF_3}$  — молярная доля  $UF_3$  в солевой смеси;  $N_U = 1$  — молярная доля U в металле.

Оказалось, что  $K$  при 1200° С равно  $72 \pm 50\%$ . При этом изменение свободной энергии реакции, рассчитанное для  $K=72$ , составило 12,8 ккал. Используя данное значение константы равновесия, вычислили кривые извлечения плутония для различного состава солевой фазы (см. рисунок).

Нетрудно видеть, что увеличение молярной доли  $UF_3$  свыше 0,4 не приводит к существенному увеличению процента извлечения плутония. Целесообразно использовать многоступенчатую экстракцию малым количеством солевой фазы. Например,

при  $x=6$  и  $N_{UF_3}=0,4$  для первой ступени экстракции процент извлечения плутония будет равен 83, для второй — 97,1. При этом средний коэффициент концентрации составляет  $(0,97 : 2) \times (6 : 0,4) = 7,3$ .



Рассчитанные кривые извлечения плутония из урана смесью  $UF_3-BaCl_2$  при 1200° С. ( $x$  — молярное отношение металлической фазы к солевой).

Для других условий, когда  $x=1$  и  $N_{UF_3}=0,4$ , коэффициент концентрации равен  $0,97 \times (1 : 0,4) = 2,4$ , т. е. лишь одной трети от предыдущего значения.

Продукты деления извлекаются из облученного урана более чем на 99% при различных условиях опыта. Однако осложнения, связанные с эффектами окисления, помешали рассчитать константу равновесия реакции. К тому же при температурах 1200—1400° С улетучивается около 80% цезия и 20% стронция.

В. П.

\*) F. S. Martin, E. W. H. O'Neil, J. Inorg. Nucl. Chem. 4, 2, 93 (1957).



## Некоторые свойства металлического нептуния

В исследовательской лаборатории Уиндскейлских заводов (Англия) [1] получен восстановлением в бомбе небольшой королек нептуния.

Состав по примесям (%):

Ca	U	Ni	Mg	Cr	Pu	Al	Mo	V
0,34	0,22	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02	0,05	0,06

Вероятно также наличие небольших количеств фтора и кислорода (анализ на них не делался).

Порошкограмма неотожженных опилок показала, что металлический нептуний имеет ромбическую структуру устойчивой при комнатной температуре  $\alpha$ -фазы [2]. Теоретическая плотность  $24,45 \text{ г/см}^3$ ; плотность при  $20^\circ \text{C}$  —  $20,2 \text{ г/см}^3$ . Теплоемкость в интервале  $29-99^\circ \text{C}$ , равная  $0,0319 \text{ кал/г}^\circ \text{C}$ , лежит между опубликованными цифрами теплоемкости урана и плутония.

Микроскопическое исследование шлифа, приготовленного в сухой камере, показало, что в нем имеются включения по меньшей мере двух типов объемом около 3%. После нескольких часов окисления на воздухе полированного механически образца в поляризованном свете было четко выявлено зерно средним диаметром около  $0,3 \text{ м.м.}$  Подобно зернам в литом уране, зерна в нептунии имеют очень неправильную форму и сильно различаются по размерам,

хотя ясного доказательства наличия субзерен получено не было.

Вблизи отпечатков твердости наблюдались длинные, тонкие и параллельные двойники деформации, системы которых ограничивались данным зерном.

Анализ твердости по Мейеру [3] шариком диаметром  $1 \text{ мм}$  при нагрузках от  $1$  до  $120 \text{ кг}$  дал следующую зависимость:  $L=360 d^{2,10}$  ( $L$ —нагрузка в  $\text{кг}$ ;  $d$ —диаметр отпечатка в  $\text{мм}$ ). Твердость по Викерсу (алмазная пирамида, нагрузка  $> 10 \text{ кг}$ ) равна  $355$ , т. е. значительно тверже, чем у восстановленного в бомбе урана.

Прочность нептуния на разрыв, определенная из кривой нагрузка—деформация и эмпирической зависимости между твердостью и прочностью на разрыв, лежит в пределах  $124-138 \text{ кг/мм}^2$ .

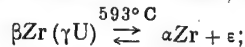
Г.З.

## ЛИТЕРАТУРА

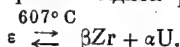
1. V. W. Eldred, G. C. Curtis, Nature 179, 4566, 910 (1957).
2. W. H. Zachariassen, Acta Cryst. 5, 660 (1952).
3. D. Tabor, The Hardness of Metals, Oxford, 1951.

## О сплавах урана с цирконием

Опубликованные исследования о системе уран—цирконий [1], [2] расходились в части деталей образования  $\epsilon$ -фазы. Устойчивость этой фазы подвергалась сомнению, так как ее не всегда можно было обнаружить в сплавах, и при травлении она взрывалась. Новые исследования этой системы [3] показали, что  $\epsilon$ -фаза устойчива. На их основе построена уточненная диаграмма состояния (см. рисунок). Изоморфные при высоких температурах  $\gamma$ -уран и  $\beta$ -цирконий распадаются по эвтектидной реакции



$\epsilon$ -фаза устойчива примерно до  $610^\circ \text{C}$ , когда она разлагается по перитектидной реакции



Наличие  $\epsilon$ -фазы было твердо установлено в экспериментах с диффузионной парой из уранового бруска, вставленного в циркониевый цилиндр, проведенных при температурах ниже температуры устойчивости твердого раствора урана в  $\beta$ -цирконии. Металлографически доказательство устойчивости  $\epsilon$ -фазы было получено путем отжига образца ( $50 \text{ вес. \% U}$ ) холоднодеформированной и рекристаллизованной  $\epsilon$ -фазы в печи с температурным градиентом. Существование двухфазной области  $\beta\text{Zr} + \epsilon$  в узком температурном интервале было установлено высокотемпературным рентгенографическим исследованием [4].

Кроме того, частичное исследование диаграммы состояния уран—цирконий—кислород показало, что:

- 1) растворимость кислорода в  $\epsilon$ -фазе меньше  $0,05\%$  и малые количества кислорода резко сужают область ее существования;

2) при дальнейшем повышении содержания кислорода  $\epsilon$ -фаза существует совместно с  $\alpha$ -ураном

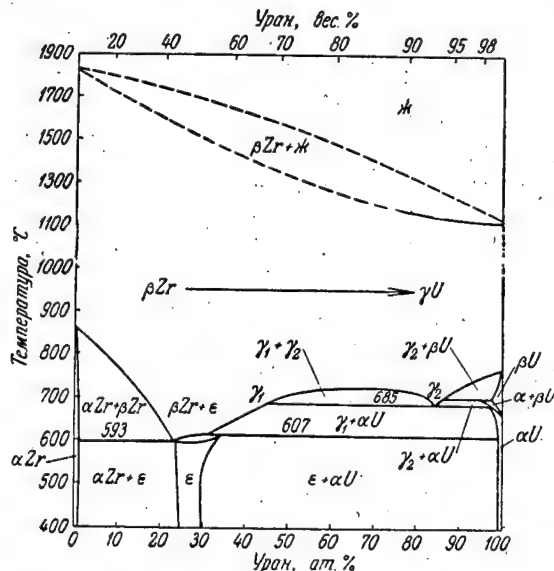


Диаграмма состояния уран—цирконий.

и  $\alpha$ -цирконием, а при еще больших количествах кислорода исчезает;

3) область  $\beta\text{Zr}$  также сужается при добавлении в сплав кислорода, как видно из опыта 100-часового

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

отжига при 660° С сплавов с 40 вес. % урана и различным содержанием кислорода.

Содержание кислорода, вес. % . . . . .	0,005	0,1	0,3
Объем фазы $\alpha$ Zr, % (определен металлографически)	2,87	10,70	19,80

Приведенные данные показывают, что сплавы уран—цирконий, приготовленные из прутка кристаллического циркония (0,005% кислорода) и циркониевой губки (0,1% кислорода), будут вести себя различно. В частности, для закалки сплавов из губки с переводом в твердый раствор  $\beta$ Zr будут требоваться более высокие температуры, чем для

таких же сплавов из прутка кристаллического циркония.

Г. З.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ядерные реакторы, т. III. Материалы для ядерных реакторов. ИЛ., Москва, 1956 г., стр. 301.
2. H. A. Saller, F. A. Rough. BMI-100, USA, 1955.
3. H. A. Saller, F. A. Rough and A. A. Bauer. Second Nucl. Eng. and Sci. Conference, pap 57—NESC-20, 1957.
4. F. A. Rough, A. E. Austin, A. A. Bauer and J. R. Doig, BMI-1092, USA, 1956.

## Обогатительные урановые фабрики Канады

До 1953 г. в Канаде единственным крупным поставщиком урановых концентратов была обогатительная фабрика на знаменитом урановом месторождении Эльдорадо в районе Большого Медвежьего озера. В 1953 г. начала функционировать фабрика

лепа в конгломератах [1]. Вслед за этим в районе развернулось строительство рудников и фабрик. Несколько позже началось промышленное освоение месторождений района Банкрофт, где урановое оруденение связано с пегматитами. Многолетние

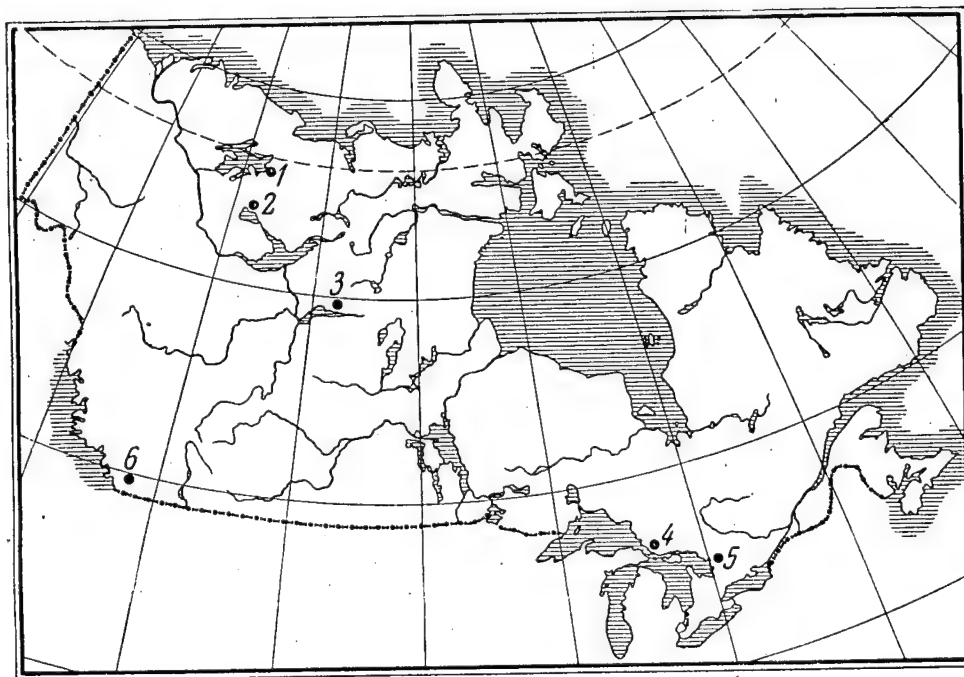


Схема размещения основных районов добычи урана в Канаде.

1—Эльдорадо (Большое Медвежье озеро); 2—Марьян-Лейк; 3—Биверлодж; 4—Блайнд-Ривер; 5—Банкрофт; 6—Рекспар (Британская Колумбия).

в новом урановом районе—у озера Биверлодж, где были открыты крупные гидротермальные месторождения урана—Эйс-Фей и Гуннар, а также десятки мелких месторождений. В том же году начались интенсивные поиски и разведка в районе Блайнд-Ривер, где урановая минерализация была установ-

поиски урановых месторождений в Британской Колумбии привели к открытию урано-флюоритового месторождения Рекспар.

Таким образом, за последние 3—4 года в связи с открытием новых месторождений и строительством фабрик сырьевая база урана в Канаде получила зна-

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

чительное развитие с принципиальным изменением роли отдельных районов в его добыче.

Размещение урановых фабрик на территории Канады (действующих и заканчивающихся строительством в 1957 г.) и основные данные об их производительности приводятся в таблице [2].

Название района и рудника	Суточная производительность, т руды	Стоимость годовой продукции, тыс. долларов	Стоимость переработки тонны руды, доллары	Содержание, %
<b>Блайнд-Ривер</b>				
Алгом (Нордик и Квирк) . . .	6 000	49 300	} 8,50	} 0,08—0,11
Кан-Мет экспло-рейши . . .	2 500	20 500		
Консолидейтед Денисон . . .	6 000	49 300	} 10,00	}
Милликен-Лейк . . .	3 000	24 600		
Нортспэн . . .	9 000	73 900		
Пронто . . .	1 500	12 300		
Стэнлей . . .	3 000	24 600		
Стэнрок . . .	3 300	27 100		
<b>Биверлодж</b>	34 300	281 600		
Эльдорадо . . .	2 000	31 000	} 12,00	} 0,13—0,22
Гуннар . . .	1 650	24 000		
Лорато . . .	500	7 300		
<b>Банкрофт</b>	4 150	62 300		
Бикрофт . . .	1 000	9 100	} 10,00	} 0,08—0,13
Кавендиш . . .	750	6 800		
Дайно . . .	1 000	9 100		
Фарадей . . .	750	6 800		
Грейхок . . .	600	4 900		
	4 100	36 700		

Продолжение

Название района и рудника	Суточная производительность, т руды	Стоимость годовой продукции, тыс. долларов	Стоимость переработки тонны руды, доллары	Содержание, %
<b>Северо-Западные Территории</b>				
Рэйрок (Мариан-Лейк) . . .	150	3 800	} 35,00	} 0,3
Эльдорадо (Порт-Радиум) . . .	200	3 000		
<b>Британская Колумбия</b>	350	6 800		
Рекспар . . .	750	5 500	—	0,08
<b>Всего . .</b>	<b>43 650</b>	<b>392 900</b>	<b>—</b>	<b>—</b>

Эти данные показывают, что главное значение приобретает район Блайнд-Ривер, на долю которого приходится более 70% всей урановой продукции Канады. Район Большого Медвежьего озера (Эльдорадо), по опубликованным данным, характеризуется весьма небольшой добычей. Обращает на себя внимание значительная производительность фабрик Банкрофт, где оруденение связано с пегматитами. По-видимому, это единственный район в капиталистических странах, где пегматитовый тип дает ощутимые количества урановых концентратов.

М. К.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атомная энергия 1, 2, 112 (1956).
2. South Afr. Min. and Eng. Journal 68, 3346, 565 (1957).

### Радиобиологические исследования в Институте биологической физики АН СССР в 1956 г.

В 1956 г. Институт биофизики АН СССР провел ряд работ по изучению механизма действия ионизирующей радиации на животных и растительных организмы.

Главное внимание было направлено на изучение тех скрытых физико-химических изменений в клеточных структурах, которые появляются в них вскоре после облучения, когда еще не удается обнаружить заметных морфологических изменений. С помощью радиоактивных изотопов было показано

(А. М. Кузин, Н. Б. Стражевская), что на растительной ткани тотчас же после облучения значительно понижается ее проницаемость для различных ионов, что, по-видимому, является следствием изменения полярных групп на поверхности биомембран. Об изменении полярных групп говорят и исследования изоэлектрической точки белков отдельных органелл клетки (А. Л. Шабадаш, С. О. Ененко, Н. Л. Самойлина), показавшие заметный сдвиг изоэлектрической точки сложных белков в кислую

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

сторону в течение первых 24 часов после облучения. Количественная характеристика сдвига зависит от дозы и срока (после облучения) и связана с особенностями функции и метаболизма данного органа. Сдвиг изотопки в кислую сторону неизбежно наступает при воздействии ионизирующей радиации и может являться диагностическим признаком, полезным для выяснения интимного механизма реакций (А. Л. Шабадаш, С. О. Епенко, Л. В. Орлова, Н. Л. Самойлина).

Изменения физико-химических свойств живых структур после облучения также изучались путем измерения сорбируемости радиоактивных коллоидов различными тканями живого организма (А. М. Кузин, Е. А. Иванюк). Используя коллоидальное серебро  $\text{Ag}^{110}$ , коллоидальный фосфат хрома, меченый  $\text{P}^{32}$ , и глобулин, помеченный  $\text{I}^{131}$ , можно выявить заметные изменения в поглощении коллоидов печенью тотально облученного животного в течение первых часов после облучения (2 и 24 часа).

Изучение нуклеопротеидов (С. Д. Чигирев), извлеченных из облученной растительной ткани, показало, что при неизменном химическом составе резко меняется их физико-химическая характеристика (структурная вязкость, способность к агрегации) (С. Д. Чигирев).

Прижизненные исследования тканей люминесцентным методом (Мейсель) позволили установить ранние изменения в ядерном веществе уже через 1—1,5 часа после облучения (А. В. Гуткина). Изменения в ядерном веществе клеток костного мозга обнаружены даже после облучения дозой в 100 р. Эти нарушения имеют выраженный очаговый характер и закономерную динамику нарастания в зависимости от дозы облучения и времени, прошедшего после облучения. Обнаружение этих ранних очаговых клеточных поражений весьма существенно для дальнейших экспериментальных исследований реакций организма на лучевые воздействия. Все эти изменения являются следствием непосредственного действия ионизирующей радиации на клетки, так как они не происходят при тотальном облучении, при условии тотального экранирования изучаемой ткани (В. А. Сондак).

Были также показаны изменения содержания в эпителии кишечника облученных животных мукополисахаридов (Шабадаш, Л. В. Орлова), существенно влияющих на восстановительные процессы.

Получены новые факты, указывающие на важную роль в явлениях торможения деления клеток облучения токсических веществ, образующихся при облучении, что удаление облученных зародышей семян с облученного эндосперма и выращивание их на искусственных средах в значительной мере снимают эффект задержки роста, вызванный облучением (Н. М. Березина).

В экстрактах из облученных тканей были обнаружены вещества, угнетающие процессы деления клеток (Г. Н. Саенко, В. А. Языкова). Для изучения природы этих веществ разработан новый метод исследования, использующий растения, полностью меченные радиоактивным углеродом (А. М. Кузин, В. И. Токарская).

При изучении действия радиации на центральную нервную систему использованы новые, разработанные в институте методы регистрации сверхмедленных колебаний потенциала коры головного

мозга и новые методические приемы полиграфического определения свободного кислорода в тканях в условиях хронического эксперимента.

Исследования влияния рентгеновского облучения на сверхмедленные колебания потенциала коры головного мозга показали, что изменение этих колебаний принадлежит к числу наиболее ранних лучевых реакций нервной системы. Установлена зависимость изменения сверхмедленных колебаний от дозы и локализации облучений. Это позволило высказать предположение, что на воздействия относительно малыми дозами радиации (400—500 р) подкорковые центры головного мозга реагируют длительно и устойчивым усилением активности, а депрессия этих колебаний в начальный период свидетельствует о временном угнетении функций головного мозга в результате прямого воздействия излучений на центральную нервную систему (Н. А. Аладжало).

Большой интерес для понимания механизма действия ионизирующей радиации на центральную нервную систему представляют ранние, наступающие еще во время облучения, нарушения дыхательной функции ткани и специфичность действия лучистой энергии в зависимости от локализации воздействия. Установлено, что в первые часы после облучения окислительные функции коры угнетаются и это угнетение связано с прямым действием радиации на центральную нервную систему (Г. М. Франк, А. Д. Снежко).

Получены также новые данные о морфологических изменениях в нервных элементах в ранние фазы лучевого поражения несмертельными дозами (А. Л. Шабадаш).

Заслуживают внимания наблюдения над течением лучевых поражений у животных с удаленными отделами центральной нервной системы, особенно мозжечка, показавшие отклонения в ходе развития лейкопении (П. Ф. Минаев).

В лаборатории физиологии (Л. С. Штерн) велась работа по изучению влияния облучения на проницаемость барьеров между кровяным руслом и тканями и на процессы тканевого обмена. Среди полученных результатов заслуживает внимания увеличение продолжительности жизни облученных животных при введении малых доз спирта. Механизм этого явления состоит в защите каталазы от действия антикаталаза, обычное уменьшение активности каталазы при облучении в этих условиях наступает значительно позже (С. Р. Зубкова, А. Л. Платонов).

Разработанный Е. И. Кричевской метод количественного определения гистамина в тканях и жидкостях организма позволил установить значительное увеличение содержания гистамина в целом ряде органов в ранние и уменьшение в более поздние сроки после облучения.

При изучении механизма изменения проницаемости при действии облучения выявлено участие нервного фактора в ранних сдвигах проницаемости и возможность предотвращения этих изменений путем введения нейротропных веществ, в частности новокаина, атропина и морфия (М. М. Громаковская, С. Я. Рапопорт).

В 1956 г. продолжалось исследование действия ионизирующих излучений на плодovitость млекопитающих (И. О. Шапиро, Н. И. Нуждин, О. Н. Пет-

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

рова и О. Н. Китаева). Установлены особая радиочувствительность яичника мышей: резкое снижение плодовитости после облучения дозой порядка 25 р и необратимые нарушения полового цикла после облучения дозой порядка 50 р. Особый интерес представляет исследование механизма бесплодия самок, вызываемого общим рентгеновским облучением. Показано, что эта реакция связана лишь с локальным облучением яичников, в то время как гормональная система (включая и гипофиз) при этом не повреждается. Резкое различие в видовой радиочувствительности половых клеток может иметь большое значение в связи с вопросом экстраполяции радиобиологических (и, возможно, радиогенетических) данных с одного вида животных на другой.

Опыты по длительному облучению растений малыми дозами в течение всего вегетационного периода подтвердили факт изменения органоогенеза в сторону увеличения репродуктивных органов под влиянием весьма малых доз (порядка 10—100 р) за весь вегетационный период. Это дает возмож-

ность значительно увеличить урожайность растений в зонах с повышенной радиоактивностью (Л. П. Бреславец, Н. М. Березина).

Прием повышения урожайности путем предпосевного облучения зерна  $\gamma$ -лучами, предложенный Институтом биофизики, был проверен в производственных условиях. В опытах, проводившихся в Краснодарском крае на 2 га, было получено увеличение запаса каротина моркови на 35%. Производственный опыт с редисом (проводившийся на площади в 1,5 га в овощном комбинате № 2 Министерства промышленности производственных товаров) дал повышение урожая на 11% (Л. П. Бреславец, Н. М. Березина).

В 1956 г. начаты радиозоологические исследования, показавшие роль насекомых в процессах самоочистки искусственных водоемов, загрязненных долгоживущими радиоактивными изотопами, и рассеянии радиоактивности из очагов загрязнения, а также исследования в области радиационной генетики.

А. М. Кузин

## Краткие сообщения

♦ СССР. В 1958 г. предполагается закончить строительство трехэтажного лабораторного корпуса в Московском ордена Ленина энергетическом институте. В этом корпусе наряду с кафедрой инженерной теплофизики разместится кафедра атомных электростанций института, созданная в июле 1956 г.

В настоящее время в плане научно-исследовательских работ этой кафедры—исследование коррозионной стойкости металлов, исследования по вопросам гидродинамики и качества пара, изучение гидродинамики водяного объема в кипящем реакторе и др.

В новом учебном году учебная работа кафедры атомных электростанций МЭИ расширяется, впервые предусматриваются такие курсы лекций, как «Атомные электростанции», «Парогенераторы атомных станций», «Теплоносители ядерных энергетических установок», «Материалы ядерных энергетических установок и коррозия». (В. Пархитко, *соб. корр. редакции*).

♦ Англия. Наземный прототип реактора с водой под давлением для английской атомной подводной лодки будет построен в Дауни на площадке, где строится реактор на быстрых нейтронах. (Nucl. Engineering 2, 14, 215, 1957).

♦ Англия. Несколько сот кольцевых теплоделяющих элементов в центре реактора-размножителя на быстрых нейтронах в Дауни имеют оболочку из ниобия. Ниобий выбран благодаря своей тугоплавкости и хорошей устойчивости против действия горячего урана и натрия, служащего теплоносителем. (Nucl. Power 2, 14, 226, 1957).

♦ Англия. Бак для реактора на быстрых нейтронах, строящегося в Дауни, в апреле 1957 г. отправлен на место строительства реактора. Бак изготовлялся в течение 18 месяцев. Проверка сварных швов

бака производилась рентгеноскопическим методом. (Nucl. Power 2, 13, 171, 1957).

♦ Франция. На конференции ЮНЕСКО (Париж, 9—20 сентября 1957 г.) будут обсуждаться вопросы использования радиоактивных изотопов в научных исследованиях. В работе конференции примут участие свыше 1000 делегатов. (Nucl. Engineering 2, 14, 215, 1957).

♦ Франция. Начались работы по созданию атомной подводной лодки. По заявлению ответственного сотрудника атомного центра в Сакле, первая французская атомная подводная лодка (Q-2444) будет спущена на воду через 4 года. (Nucl. Engineering 2, 14, 215, 1957).

♦ Швеция. В Нобелевском институте в Стокгольме объединенной шведско-американско-английской бригадой получен элемент 102. Он имеет период полураспада около 10 мин. и испускает  $\alpha$ -частицы с энергией 8, 5 Мэв. (Engineering July 26, 1957).

♦ Дания. По заявлению министров иностранных дел Швеции, Дании, Норвегии и Финляндии, эти государства будут проводить совместные исследования в области атомной энергии. Для этой цели в Копенгагене будет создан Объединенный исследовательский институт. (Nucl. Engineering 2, 14, 214, 1957).

♦ США. Построенный в Форт-Бельвуар (близ Вашингтона) армейский реактор APPR-1 в апреле 1957 г. был доведен до критического состояния и дал электрический ток. В течение недели реактор будет проходить испытания, после чего он будет остановлен для осмотра, а затем пущен на полную мощность. (Atom. Industry Reporter 98, 3, 1957; Atom. Energy Guideletter 114, 8, 1957).

## НОВОСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

♦ **США.** В Куинси (штат Массачусетс) вскоре начнется строительство первого американского атомного крейсера «Лонг бич». Стоимость крейсера 87,5 млн. долларов. Окончание строительства намечено на конец 1960 г. (*Army, Navy, Air Force Register* 78, 4030, 8, 1957).

♦ **США.** В журнале «California Mining Journal» (февраль 1957 г., стр. 13) опубликованы цены на реакторные материалы, существующие в настоящее время в США: уран металлический—40 долл/кг, торий металлический—43 долл/кг,  $U^{235}$ —16 долл/г,  $U^{233}$ —15 долл/г, плутоний—12 долл/г, тяжелая вода—62 долл/кг, бериллий металлический—230 долл/кг, цирконий—51 долл/кг.

♦ **США.** В Эрвине (штат Теннесси) предполагается построить первый в стране частновладельческий завод по производству материалов, используемых в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов,—урана, тория, сплавов редкоземельных элементов и металлов. Предусмотрены установка для экстракции растворителями для производства чистых солей урана и тория, установка для восстановления этих солей до металлического порошка или губки, а также агрегат для плавки и отливки металлов. (*Atomic Energy Newsletter* 17, 4, 2, 1957).

♦ **Южная Африка.** По данным Совета по атомной энергии Южно-Африканского Союза, общие геологические запасы урановых руд Южной Африки (золотоурановые конгломераты), в которых содержится 375 000 т окиси урана, оцениваются в 1100 млн. т. (*Uranium Magazine* 4, 4, 12, 1957).

♦ **Австралия.** Несколько месяцев тому назад на острове Тасмания близ Россарден в Чалезикс Лиз были найдены высокопроцентные первичные урановые руды. (*Mining World* 19, № 3, 107, 1957).

♦ **Бразилия.** Недавно был открыт новый для Бразилии тип урановой минерализации в форме рассеянной вкрапленности в песчаниках триасового возраста. Месторождение расположено близ г. Агуаздо Прата в штате Сан-Пауло. Оруденение наблюдается у контакта песчаников с нефелиновыми породами. Некоторые химические анализы дают 0,5% урана. (*Mining World* 19, № 3, 9, 1957).

♦ **Аргентина.** На территории страны обнаружено 150 месторождений и рудопроявлений урана. Установлено 12 урановых минералов. В настоящее время добыча урана производится на 12 рудниках, поставляющих руду на обогатительные фабрики в г. Кордоба и г. Мендоса. Главными урановыми месторождениями являются Санта-Бригида и Сан-Викторио близ г. Саногаста в провинции Ла-Риоха. Руда этих месторождений отличается более высоким содержанием урана по сравнению с рудами других месторождений страны. (*Mining World* 19, № 3, 9, 1957).

♦ **Япония.** В последние месяцы на острове Хонсю открыто 8 урановых жил, которые оцениваются как наиболее важные среди находок урановых руд, сделанных до последнего времени в Японии. Зона ураноносных жил простирается вдоль границы префектур Окаяма и Тоттори. (*Mining World* 19, № 3, 107, 1957).



## БИБЛИОГРАФИЯ

### Новая литература

#### Книги и сборники

Биохимические и физико-химические основы биологического действия радиации. Тезисы докладов межвузовского научного совещания 25—28 февраля 1957 г. Изд-во Моск. ун-та, 1957, 44 стр., 6 ц.

1-е Всесоюзное совещание по радиационной химии. Москва 25 марта—2 апреля 1957 г. (Тезисы докладов). Изд-во АН СССР, 1957, 76 стр., 6 ц.

Заславский Ю. С. и Шор Г. И., Использование атомной энергии в нефтяной промышленности. Гостехиздат, 1956, 88 стр., 2 р. 25 к.

Иванов И. И., В. С. Балабуха и др. Обмен веществ при лучевой болезни. Под ред. проф. И. И. Иванова. Медгиз, 1956, 251 стр., 8 р. 50 к.

Казаков Н. Ф., Использование радиоактивных изотопов для изучения износа режущего инструмента. АН СССР. Ин-т техн.-экон. информации. 1956, 35 стр. с илл., 10 р.

Мак-Лайн Стюарт, Лекции по технике реакторостроения. Пер. с англ. под ред. и вступит. статьей А. А. Канаева. Судпромгиз, 1957, 212 стр., 17 р. 90 к.

Мелков В. Г. и Пухальский Л. Ч., Поиски месторождений урана. Под ред. Е. М. Янишевского. Госгеолтехиздат, 1957, 219 стр., 12 р. 55 к.

XI Научно-техническая сессия по жаропрочным теплоустойчивым сплавам и металлокерамическим материалам. Москва, 1—6 апреля 1957 г. (Тезисы докладов). АН СССР. Ин-т металлургии им. Байкова, 1957, 110 стр., 6 ц.

Павлов А. С. и Зубовский Г. А., Профилактика и лечение лучевой болезни. Обзор зарубежной литературы. Медгиз, 1957, 69 стр., 2 р.

Побединский М. Н., Радиоактивные изотопы в медицине. М-во здравоохранения РСФСР. Гос. науч.-исслед. ин-т гигиены труда и профзаболеваний. Ленинград, 1957, 26 стр., 6 ц.

Рабинович М. С., Ускорители заряженных частиц. Изд-во «Знание», 1957, 47 стр., 1 р. 20 к.

Страшинин А. И., Радиоактивные вещества в медицине. Медгиз, 1957, 76 стр., 1 р. 35 к.

Хлопин В. Г., Избранные труды. Отв. ред.

Б. А. Никитин и А. П. Ратнер. Т. 1. Труды в области радиохимии. Изд-во АН СССР, 1957, 372 стр., 23 р. 25 к.

Ядерные реакторы для исследовательских целей. Пер. с англ. Изд-во иностранной литературы, 1956, 458 стр., 35 р. 90 к.

#### Журнальные статьи

Абрикосов А. А. и Халатников И. М., Новые свойства симметрии элементарных частиц. Природа, № 5 (1957).

Алимарин И. П. и Гибало И. М., Определение бериллия в сплавах и концентратах радиометрическим титрованием. Заводская лаборатория, № 4 (1957).

Айдаркин Б. С. и др., К методике определения бериллия в рудах по фотонейтронам. Труды Радиового ин-та им. Хлопина. т. 5, вып. 2, 1957.

Архипова О. П. и Козулицина Т. И., Распределение меченных  $P^{32}$  микробактерий туберкулеза в организме морских свинок при подкожном заражении. Сообщ. 1. Проблемы туберкулеза, № 2 (1957).

Альперт Я. Л., Некоторые вопросы физики ионосферы. 1. Флуктуации электронной плотности и рассеяние радиоволн. Успехи физических наук, т. LXI, вып. 3 (1957).

Аскарьян Г. А., Радиационный способ консервации умерших людей. Авт. свидетельство № 107250, 1957 г.

Бажанов Е. Б. и др., Энергетическое и угловое распределение быстрых фотопротонов из  $Ni$  и  $Al$ . ДАН СССР, т. 113, № 1 (1957).

Базазьян Г. Г., Из истории развития отечественной рентгенологии и радиобиологии. Вестник Московского университета, № 1 (1957).

Баранов В. И., Применение компенсационного метода к определению активности в малых количествах. Труды Радиового ин-та им. Хлопина, т. 5, вып. 2 (1957).

Барков Л. М. и Никольский Б. А.  $\pi$ -мезоны (Обзор экспериментальных данных). Успехи физических наук, т. LXI, вып. 3 (1957).

Белюсов С. А. и др., Фоторождение  $\pi$ -мезонов на сложных ядрах. ДАН СССР, т. 112, № 6 (1957).

## БИБЛИОГРАФИЯ

Блохинцев Д. И., Нелокальные и нелинейные теории поля. Успехи физических наук, т. LXI, вып. 2 (1957).

Виноградов А. П., Изотоп  $K^{40}$  и его биологическая роль. Биохимия, т. 22, вып. 1—2 (1957).

Воскобойников Г. М., Теоретические основы селективного гамма-гамма-каротажа. Известия АН СССР. Серия геофиз., № 3 (1957).

Герлинг Э. К. и др., Аргонный метод определения возраста и его применение. Бюллетень Комиссии по определению абсолютного возраста геол. формаций. АН СССР, вып. 2 (1957).

Гребенщикова В. И., Адсорбция радия на сернистым свинце. Труды Радиового ин-та им. Хлопина, т. 5, вып. 2 (1957).

Гришин С. И. и др., Доказательство методом меченых атомов  $P^{32}$  ассимиляции одним видом бактерий продуктов распада другого вида. Вопросы краевой патологии. АН Узбек. ССР, вып. 8 (1956).

Гольфанд Ю. А., Ферми-поля и спиноры бесконечномерного пространства. ДАН СССР, т. 113, № 1 (1957).

Игнатъев О. М. и Андреев И. И., Применение радиоактивного иридия-192 для дефектоскопии сварных швов труб. Заводская лаборатория, № 4 (1957).

Кацнельсон М. У. и др., Интегральный метод определения количества  $\gamma$ -радиоактивного вещества. Заводская лаборатория, № 4 (1957).

Киракосян З. А., Пробеги поглощения протонов в графите и свинце. ДАН Арм. ССР, т. 23, № 5 (1956).

Коффибери, Уолдрон, Металловедение плутония. Пер. Н. П. Зверевой. Проблемы современной металлургии. Сборник переводов и обзоров иностранной периодической литературы, № 2 (1957).

Кузнецов В. И., Основные черты геологического строения месторождений тантала и ниобия, связанных с гранитными пегматитами. Науч. записки Львовск. политехн. ин-та, вып. 46. Серия геологоразвед., № 1 (1956).

Лаврухина А. К., Применение радиоактивных изотопов в количественном анализе (Обзор). Заводская лаборатория, № 3 (1957).

Малашенко И. В., Планировка лаборатории для работы с радиоактивными изотопами. Заводская лаборатория, № 3 (1957).

Малышева Т. В., Исследование поглощения  $\beta$ -излучения в веществе. Заводская лаборатория, № 3 (1957).

Мороз Е., Пузырьковая камера. Наука и жизнь, № 5 (1957).

Павловская Т. Е. и Пасынский А. Г., О действии ионизирующих излучений на белковые растворы в воздухе и в вакууме. Биохимия, т. 22, вып. 1—2 (1957).

Перфилов Н. А. и др., Тройное деление урана на быстрых частицах. ДАН СССР, т. 113, № 1 (1957).

Позняк Л. А., Методика радиографического исследования распределения элементов в сварных швах. Заводская лаборатория, № 4 (1957).

Ратнер А. П. и др., О коллоидных растворах радиоэлементов. Труды Радиового ин-та им. Хлопина, т. 5, вып. 2 (1957).

Росс Ю. К., Об измерении радиации пиранометрами Янишевского. Известия АН Эстон. ССР, т. 6. Серия техн. и физ.-мат. наук, № 1 (1957).

Солтицкий Б. П. и Картужанский А. Л., Измерение весьма малых концентраций  $\alpha$ -излучателей в растительных объектах с помощью толстослойных фотоластин. Журнал техн. физики, т. 27, вып. 3 (1957).

Спивак Г. В. и др., Наблюдение доменной структуры ферромагнетика при помощи фотоэлектронов. ДАН СССР, т. 113, № 1 (1957).

Старик И. Е. и Старик-Смагина А. С., Полярографическое определение урана. Труды Радиового ин-та им. Хлопина, т. 5, вып. 2 (1957).

Старик И. Е., Состояние микроколичества радиоэлементов в жидкой и твердой фазах. Успехи химии, т. XXVI, вып. 4 (1957).

Теллер Э., Общие проблемы управляемой термоядерной реакции. Успехи физических наук, т. LXI, вып. 3 (1957).

Тугаринов А. И., Об определении времени метаморфизма измененных урановых минералов методами измерения абсолютного возраста руд Витватерсранда. (Лит. обзор). Бюллетень комиссии по определению абсолютного возраста геол. формаций. АН СССР, вып. 2 (1957).

Унковская В. А., Определение малых количеств урана по методу флюоресценции. Труды Радиового ин-та им. Хлопина, т. 5, вып. 2 (1957).

Цфасман А. З., Некоторые особенности обмена радиоактивного иода при недостаточности кровообращения. Клинич. медицина, т. 35, № 4 (1957).

Чердынцев В. В., О делении и устойчивости тяжелых атомных ядер. Труды Радиового ин-та им. Хлопина, т. 5, вып. 2 (1957).

Шапиро И. С., О несохранении четности при  $\beta$ -распаде. Успехи физических наук, т. LXI, вып. 3 (1957).

Шерстнев Е. А., Получение крахмала, содержащего радиоактивный углерод  $C^{14}$ , с помощью фотосинтеза. Ботанический журнал, т. 42, № 3 (1957).

Шепотьева Е. С., Измерение активного налета радия и актиния по  $\beta$ -лучам. Труды Радиового ин-та им. Хлопина, т. 5, вып. 2 (1957).

Щербакова М. Я., Расчет разрешающей способности и выбор циклов для трехступенчатого радиочастотного масс-спектрометра. Журнал тех. физики, т. 27, вып. 3 (1957).

## **ИЗДАТЕЛЬСТВО ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **ОТКРЫТА ПОДПИСКА на 1958 год**

#### **НА СБОРНИКИ ПЕРЕВОДОВ ИНОСТРАННОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ «ВОПРОСЫ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ» (2-й год издания)**

Серия сборников переводов и обзоров под редакцией члена-корреспондента АН СССР проф. Стыриковича М. А.

В сборниках будут помещаться наиболее интересные статьи из иностранных научно-технических журналов по проблемным вопросам ядерной энергетики. Особое внимание будет уделено вопросам проектирования и постройки энергетических ядерных реакторов, схемам и компоновкам атомных электростанций, работам по изучению новых теплоносителей и различного вида конструкционных и других материалов, вопросам теплопередачи, контрольно-измерительной аппаратуре, различного рода вспомогательному оборудованию, проблемам защиты, технико-экономическим вопросам.

Сборники предназначены для работников, специализирующихся в области ядерной энергетики и смежных отраслях ядерной техники, а также для широкого круга научно-технических работников различных специальностей, интересующихся проблемами ядерной техники и ее дальнейшего развития.

Объем одного номера 10 издательских листов.

Сборники выходят 6 раз в год. Подписная цена на год 42 руб.

Подписка принимается в городских и районных отделах «Союзпечати», конторами и отделениями связи, а также общественными уполномоченными в учреждениях и организациях.

#### **ПОПРАВКА**

к № 6 журнала за 1957 г.

В статье Е. Е. Ковалева на стр. 539 по вине автора допущена ошибка. Последние члены формулы (3) должны иметь вид:

$$-\frac{b-R}{h} F(\varphi, k) - \frac{b+R}{h} [\operatorname{tg} \varphi \sqrt{1-k^2 \sin^2 \varphi} - E(\varphi, k)]$$

Техн. редактор С. М. Попова

Старший редактор А. И. Артемов

Корректор В. В. Ларин

Сдано в набор 22/VI 1957 г. Подписано к печати 6/VIII 1957 г. Бумага 84×108/16. Физ. печ. л. 6,25+1 вклейка, +1 вкладка. Условн. печ. л. 10,58. Уч.-изд. л. 10,7. Тираж 10640 экз. Т-07812. Цена 8 руб. Заказ № 1194.

16-я типография Главполиграфпрома Министерства культуры СССР. Москва, Трехпрудный пер., 9.

П. И. АСЕЕВ  
ПОСТРОЙКА  
КОРПУСА  
СТАЛЬНОГО  
СУДНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ  
МОСКВА • 1957

П. И. А С Е Е В

# ПОСТРОЙКА КОРПУСА СТАЛЬНОГО СУДНА

*Одобрено Ученым советом по профессио-  
нально-техническому образованию Глав-  
ного управления трудовых резервов при  
Совете Министров СССР в качестве учеб-  
ного пособия для технических  
и ремесленных училищ*

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,  
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «РЕЧНОЙ ТРАНСПОРТ»  
Москва — 1957

---

В книге «Постройка корпуса стального судна» описываются современные методы постройки корпуса судна на судостроительных заводах.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для судовых сборщиков-корпусников, подготавливаемых ремесленными и техническими училищами. Кроме того, книга может служить пособием для повышения квалификации судовых сборщиков и бригадиров.

Книга написана применительно к программе курса специальной технологии для судовых сборщиков-корпусников.

---

Редактор РЕШИН Ю. Г.  
Рецензент БУТОРИН И. М.

---

Оформление переплета  
художника СМЕРНОВОЙ Г. П.



### ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Во второе издание книги «Постройка корпуса стального судна» внесены исправления и дополнения, связанные с применением новых методов сборки и сварки при постройке судов.

Значительно расширена глава VIII, в которой более подробно изложены параграфы, посвященные сборке и сварке узлов и секций, заново написан § 79 «Способы проверки и приемки работ при изготовлении секций».

В главу X включены § 96 «Проверочные работы при сборке секций» и § 105 «Периодическая проверка положения корпуса судна на стапеле».

В главу XI добавлены § 109 «Требования, предъявляемые к секциям, поступающим на стапель» и § 121 «Испытание корпуса судна на непроницаемость».

При переработке автор дополнил книгу описанием новых технологических процессов.

*Автор*

## ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Книга «Постройка корпуса стального судна» написана применительно к программе курса специальной технологии для ремесленных училищ и предназначается в качестве учебного пособия для судовых сборщиков-корпусников.

В книге описаны современные технологические процессы обработки деталей судового корпуса и сборки секций судна в сборочно-сварочном цехе и на стапеле, которые применяются при постройке корпуса сварного судна.

В книге сделана также попытка собрать и обобщить большой личный производственный опыт автора, накопленный им за время работы на судостроительных заводах.

Автор сознает, что в книге имеются недостатки и упущения, поэтому все замечания, которые будут сделаны читателями, он примет с признательностью.

*Автор*

---

## ВВЕДЕНИЕ

Директивами XX съезда КПСС по шестому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1956—1960 годы намечается значительное развитие отечественного судостроения. За шестую пятилетку выпуск морских сухогрузных судов и танкеров будет повышен более чем на 30% и примерно в 3,9 раза будет увеличен выпуск рыбопромысловых и приемно-транспортных судов по сравнению с 1955 г.

Речной флот в шестой пятилетке будет пополнен буксирными и самоходными грузовыми судами общей мощностью примерно 720 тыс. л. с., несамоходными судами общей грузоподъемностью 2 млн. 245 тыс. т и пассажирскими судами общей мощностью 180 тыс. л. с., а морской флот за пятилетие получит сухогрузные суда общей грузоподъемностью примерно 1 млн. 140 тыс. т, нефтеналивные суда — 460 тыс. т, пассажирские суда общей мощностью 198 тыс. л. с. и буксирные суда общей мощностью 230 тыс. л. с.

В связи с дальнейшим внедрением в производство передовой техники Директивами XX съезда партии по шестому пятилетнему плану предусматривается улучшение качества подготовки молодых квалифицированных рабочих в системе государственных трудовых резервов.

Новаторы производства должны повседневно совершенствовать технику, внедрять новые передовые методы труда, улучшать организацию труда и производства, качество продукции и повышать производительность труда.

Для этого новатор производства должен быть культурным и технически грамотным, показывать образцы точности и аккуратности в работе, уметь ценить в работе фактор времени и считать время не только минутами, но и секундами. Он должен полностью овладеть своей специальностью и все время пополнять свое техническое и общее образование.

Стать передовиком производства — вот задача, которая стоит перед каждым рабочим, а особенно перед молодым рабочим, пришедшим на производство из ремесленного или технического училища.

Роль судового сборщика при постройке корпуса судна является одной из основных и ведущих. В процессе производства судовому сборщику приходится выполнять различные работы, сначала

в корпусообработывающем цехе после разметки и обработки деталей судна, далее в сборочно-сварочном цехе при сборке и сварке узлов и секций, а затем в стапельном цехе, где производится сборка корпуса судна в целом из отдельных секций, и, наконец, в бассейне завода при достройке судна на плаву.

Судовая сборка — один из основных видов работы при постройке корпуса судна. Сборщики собирают секции и выполняют работы по постройке всего корпуса на стапеле вместе с рабочими других специальностей: разметчиками, проверщиками, сварщиками, рубщиками и др.

Поэтому судовой сборщик должен хорошо представлять себе работы, выполняемые на плазе, иметь знания и навыки, необходимые при разметке судовых конструкций, знать технологическую последовательность обработки деталей и применяемое для этого оборудование, знать проверочные работы, разбираться в пневматическом инструменте, уметь давать указания сварщику, рубщику и т. д.

Судовой сборщик-корпусник должен хорошо знать общую последовательность работ на отдельных этапах постройки корпуса судна, при сборке узлов и секций, монтаже их на стапеле в корпус судна и во время достройки его на плаву.

Переход в судостроении от клепки к сварке и связанные с этим изменения в технологии постройки корпуса судна привели к внедрению новой техники и технологии, а также высокопроизводительных процессов на всех стадиях сборки судна. Значительно уменьшилось применение ручного труда и широко внедрены механизированный инструмент и различные приспособления, иногда довольно сложной конструкции.

Судовой сборщик-корпусник должен знать и уметь применять эту новую технику и технологию.

Чтобы производительно работать на своем участке при постройке корпуса судна, кроме общего образования и политического развития, судовой сборщик-корпусник должен иметь технические знания и навыки.

К судовому сборщику-корпуснику 4—5-го разрядов предъявляются следующие требования.

Судовой сборщик-корпусник должен знать: способы разметки судовых деталей по рейкам, шаблонам, чертежам и эскизам; геометрические построения и способы развертки фигур; способы обработки деталей корпуса судна; технологические процессы сборки и проверки плоскостных секций; технические условия на сборку судовых конструкций для ручной и автоматической сварки и для клепки; устройство простых приспособлений и постелей для сборки узлов и секций; способы предупреждения деформаций деталей, узлов и секций при сварке; стапельную сборку судна из секций и проверочные работы на стапеле; виды брака при сварке и способы его предупреждения и устранения; основные сборочные работы при достройке судна.

Судовой сборщик-корпусник должен уметь: производить сборку несложных узлов и плоскостных секций с проверкой их; производить обработку металла вручную; читать чертежи средней сложности по корпусу судна; размечать несложные детали по рейкам и шаблонам; производить развертку простых геометрических фигур; размечать на секции положения фундаментов; устанавливать несложные фундаменты; производить проверку сварных конструкций; производить установку на судно простых плоскостных секций; правильно организовать свое рабочее место и работу бригады из двух-трех человек.

## Глава I.

### ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛА

#### § 1. РУБКА МЕТАЛЛА

В судостроении ручная рубка применяется в тех случаях, когда с изделия необходимо снять лишний слой металла и когда нельзя применить механизированную пневматическую рубку или газорезку. Рубка является грубой операцией, так как точность обработанной поверхности равна от 0,5 до 1 мм.

Чаще всего применяются следующие виды рубки: рубка кромок листового и профильного материала и вырубание различных отверстий в листовом материале по заранее намеченному контуру.

Рубка бывает предварительная (черновая) и чистовая (по риске).

Рубка производится при помощи зубила или крейцмейселя и молотка.

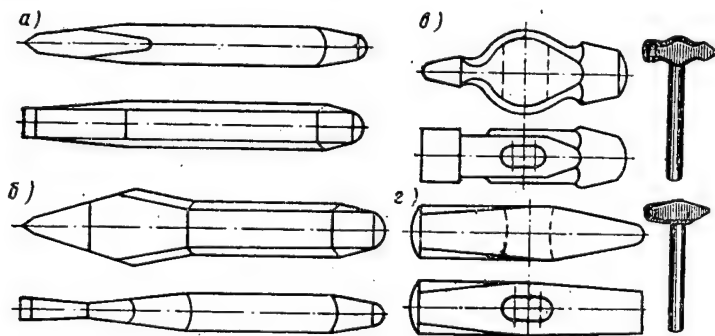


Рис. 1. Инструмент для рубки металла

Слесарное зубило (рис. 1, а) имеет рабочую часть, представляющую собой плоскую клинообразную лопатку с заточенной на конце режущей кромкой, и выпуклую головку с округленными краями. Зубила бывают длиной от 100 до 200 мм.

Крейцмейсель (рис. 1, б) похож на зубило, но имеет более узкую рабочую часть и служит для подрубления узких каналов, вырубления гнезд, отверстий и т. д.

Основные размеры зубил и крейцмейселей при их изготовлении берутся по Государственному общесоюзному стандарту (сокращенно ГОСТ).

Зубила и крейцмейсели изготавливаются из инструментальной стали, причем углы заточки режущей кромки принимаются в зависимости от твердости обрабатываемого материала: для твердых металлов —  $75^\circ$ , для средних —  $60^\circ$ , а для мягких —  $45^\circ$ .

Заточка зубила и крейцмейселя производится в сухом виде или с применением охлаждающих жидкостей на абразивных кругах, смонтированных на специальных точильных станках.

Слесарные молотки, применяемые при рубке, бывают двух типов: с круглым или квадратным бойком (рис. 1, в и г).

Торцевая часть бойка делается несколько выпуклой, с закругленными краями.

В средней части молоток имеет овальное отверстие для насадки на деревянную ручку. Передняя часть молотка называется носком и имеет клинообразную форму с закруглением.

Величина молотка определяется его весом. Нормальным весом молотка считается: для учеников 14—15 лет—400 г, 16—17 лет—500 г, а для взрослых рабочих — от 600 до 800 г.

При обрубке вес молотка берется в зависимости от ширины лезвия: для зубила — 40 г, для крейцмейселя — 80 г на 1 мм ширины.

Ручки для молотков изготавливаются из дерева твердых пород (дуба, березы, клена) и имеют длину от 250 до 450 мм — в зависимости от веса молотка. Ручка имеет эллиптическое сечение, должна быть гладкой, без сучков и трещин и хорошо заклиниваться в деревянных или металлических клиньях толщиной 2—3 мм.

Основные правила рубки в тисках следующие: зубило или крейцмейсель подводят вплотную к обрубаемой детали, держа его в левой руке на расстоянии 20—25 мм от лезвия и под углом  $30\text{--}40^\circ$  к горизонтальной плоскости губок тисков. Молоток берут в правую руку на расстоянии 20—30 мм от конца ручки. Изделие, подлежащее рубке, прочно зажимают в тисках, высота которых выбирается в зависимости от роста рабочего.

Для правильного и устойчивого положения рабочего у тисков ноги раздвигают на ширину плеч, а ступни должны находиться под углом  $60\text{--}70^\circ$  друг к другу. Левую ногу следует выставить на полшага вперед.

Рекомендуемая толщина стружки при рубке: для стали и чугуна — 1—2 мм, для цветных металлов — около 3—4 мм. При рубке толстого материала сначала прорубают крейцмейселем канавку, а затем производят окончательную рубку зубилом. Рубка прутка и полосы производится на плите или на наковальне.

В судостроении и других отраслях промышленности широко



применяется механизированная рубка металла, чаще всего пневматическая (сжатым воздухом). Пневматическая рубка производится при помощи специальных рубильных молотков.

В судостроении для рубки металла различной толщины применяются молотки типа РМ завода «Пневматика» пяти моделей — от РМ-11 до РМ-15 («РМ» сокращенно означает «рубильный молоток»).

Сжатый воздух вырабатывается на заводах, на специальных компрессорных станциях, и подводится к молотку при помощи гибкого резинового шланга от воздухопроводных труб, проложенных по территории завода.

Для пневматической рубки применяются особые зубила, рабочая часть которых похожа на рабочую часть обыкновенных зубил, но они имеют хвостовики для вставки в рубильный молоток. При работе рубщик держит молоток правой рукой, а левой направляет зубило по линии рубки.

При точной рубке толщина слоя металла, снимаемого за один проход, составляет 1—1,5 мм, а при грубой рубке—3 мм и больше. Для прорубания отверстия или перерубания листа при пневматической рубке применяется также крейцмейсель.

При пневматической рубке производительность труда в 4—5 раз больше, чем при ручной рубке.

Рубка является наиболее опасной из слесарных работ. При рубке от металла могут отлетать мелкие стружки, молоток может соскочить с ручки, зубило — вырваться из рук рабочего; кроме того, рабочий может ударить себя молотком по руке в случае промаха.

Поэтому, во избежание несчастных случаев, при рубке необходимо строго соблюдать правила техники безопасности и принимать меры предосторожности: надевать защитные очки для предохранения глаз от попадания стружек металла, работать с исправными молотком и зубилом, сильнее зажимать изделие в тисках, устанавливать оградительную сетку на верстак, чтобы стружки металла при рубке не попадали в соседних рабочих и т. д.

## § 2. КЛЕПКА И ЧЕКАНКА МЕТАЛЛА

К л е п к о й называется процесс соединения металлических деталей при помощи заклепок.

Заклепка 1 (см. рис. 3, в) представляет собой цилиндрический стержень, изготовленный из мягкой стали, с головкой 3 на одном конце. Эта головка называется з а к л а д н о й.

Нанося удары по выступающей части цилиндрического стержня заклепки, образуют вторую головку 5 заклепки, называемую з а м ы к а ю щ е й или з а к л ю ч и т е л ь н о й.

В судостроении применяются заклепки с полукруглой (рис. 2, а), конической (рис. 2, б), потайной (рис. 2, в) и полупотайной (рис. 2, г) закладными головками.

При клепке судов чаще всего применяют конические закладные головки для ответственных соединений и полукруглые — для неответственных соединений; заключительные головки делают полупотайными и потайными.

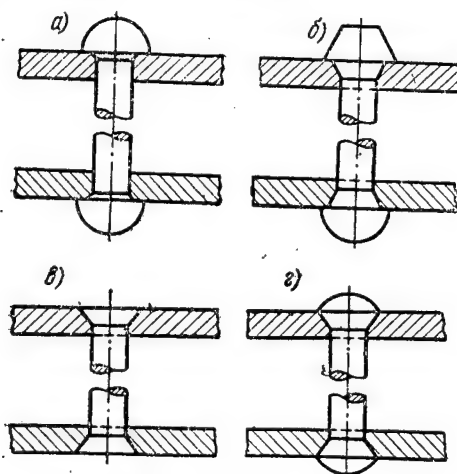


Рис. 2. Закладные и заключительные головки заклепок

Поддержка имеет лунку, форма которой соответствует форме закладной головки.

При ручной клепке применяется следующий инструмент: оправка, развертка, поддержка, обжимка и молоток.

Оправка 1 (рис. 3, а) представляет собой круглый стержень из твердой стали, служащий для сглаживания не вполне совпадающих заклепочных отверстий, а развертка (рис. 3, б) применяется для срезывания неровностей (заусениц) этих отверстий.

Поддержка 2 (рис. 3, в) служит для прижимания закладной головки заклепки к соединяемым деталям.

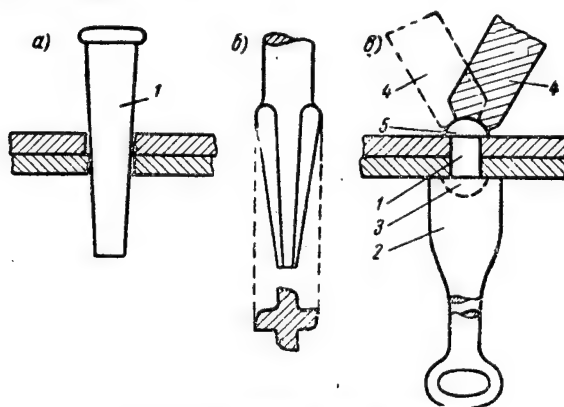


Рис. 3. Инструмент для клепки

Обжимка 4 (см. рис. 3, в) служит для придания замыкающей или заключительной головке 5 необходимой формы.

Процесс клепки заключается в следующем. В соединяемых деталях прокалывают или просверливают отверстия, в которые вводят нагретые до светло-желтого каления заклепки, плотно прижимают к поверхности одной из соединяемых деталей заклад-

ную головку заклепки с помощью поддержки и ударами молотка осаживают выступающий конец стержня заклепки, образуя заключительную головку 5 заклепки. При остывании заклепки укорачиваются и стягивают соединяемые детали, которые таким образом оказываются плотно стянутыми и сжатыми, в результате чего получается прочное неразъемное соединение.

Ввиду того, что в нагретом виде стержень заклепки увеличивается в объеме, диаметр отверстия под заклепку делается несколько больше диаметра заклепки. При диаметре заклепки от 10 до 19 мм диаметр отверстия принимается на 0,5 мм больше, а при большем диаметре заклепки — на 1 мм больше.

Общая длина стержня заклепки должна равняться сумме толщин склепываемых деталей, которых может быть несколько, с прибавлением отрезка, необходимого для образования замыкающей головки. Для образования замыкающей головки выступающий конец стержня заклепки должен быть следующей длины: для полукруглой головки — от 1,25 до 1,5 диаметра заклепки, а для потайной головки — от 0,8 до 1,2 диаметра заклепки.

Ручная клепка в настоящее время почти не применяется и на всех заводах заменена пневматической клепкой, которая производится при помощи пневматических молотков, работающих сжатым воздухом. В судостроении применяются пневматические клепальные молотки завода «Пневматика» пяти марок — от КМ-31 до КМ-35 («КМ» сокращенно означает «клепальный молоток») различной мощности в зависимости от диаметра заклепки. При помощи этих молотков может производиться клепка заклепок диаметром от 5 до 32 мм.

Для заклепок диаметром от 10 до 14 мм применяются пневматические клепальные молотки трех марок — от РК-43 до РК-45 («РК» сокращенно означает «рубильно-клепальный»).

Различают прямой и обратный методы клепки.

При прямом методе клепки удары молотком наносятся со стороны замыкающей головки заклепки. Этот метод клепки получил наибольшее распространение в судостроении.

Обратный метод клепки заключается в том, что удары наносятся со стороны закладной головки, а замыкающая головка образуется при ударах стержня заклепки о поддержку. Обратный метод клепки применяется редко — в тех случаях, когда изготовление замыкающей головки ударами молотка по выступающему стержню заклепки затруднено.

При соединении деталей под клепку они должны быть плотно стянуты между собой при помощи сборочных болтов. Величина допускаемого зазора (0,3—0,5 мм) между соединяемыми деталями проверяется щупом. Прилегающие поверхности деталей, собранных для клепки, должны быть очищены от ржавчины и грязи и покрашены суриком.

При диаметре заклепок до 10 мм клепка производится в холодном состоянии; при большем диаметре заклепки нагревают.

Заклепки нагревают в стационарных или переносных горнах. Топливом для горнов служат кокс, кузнечный уголь, мазут. Для лучшего горения топлива к горнам подводится воздух для дутья. Иногда заклепки нагревают в электронагревательных печах.

Электронагревательные печи имеют следующие преимущества перед горнами: отсутствие дыма и копоти, постоянная готовность к действию, экономия электроэнергии (а следовательно, и топлива) во время перерывов в работе.

Недостаток этого способа нагрева заключается в том, что на заклепках из-за свободной циркуляции воздуха появляется окалина, препятствующая образованию плотного заклепочного шва.

Нагрев заклепок должен быть равномерным, без оплавления и обгорания кромок; при этом необходимо нагревать только стержень заклепки.

Обычно заклепки нагревают до светло-желтого каления, т. е. до температуры от 1000 до 1100° С.

Повторный нагрев заклепок, во избежание их обгорания, не разрешается.

Для уменьшения продолжительности остывания заклепок время, затрачиваемое на передачу их от горна до места клепки, должно быть наименьшим. Для этого горн располагают как можно ближе к месту клепки. Если это невозможно, то время, затрачиваемое на подачу заклепок, сокращают, передавая их к месту работы по трубе или желобу, устанавливаемым наклонно в промежуток между горном и местом клепки.

Клепку надо начинать при температуре заклепки не ниже 950—1000° С; она должна быть закончена при потемнении замыкающей головки, т. е. при температуре около 700—800° С.

При ручной и пневматической клепке рабочая бригада обычно состоит из трех человек. При этом обязанности распределяются следующим образом: один человек нагревает и подает заклепки, второй поддерживает их, а третий, обычно бригадир, непосредственно производит клепку.

При большом расстоянии от горна до места клепки в бригаду включают четвертого человека — передатчика заклепок.

Клепка должна производиться в соответствии с чертежом. Все заклепки должны быть правильно поставлены и не иметь слабину.

Правильность поставленных заклепок проверяется обстукиванием их молотком; неправильно поставленные заклепки (со слабиной) дрожат от ударов молотка, что чувствуется при прижатии пальца к заклепке, и издают глухой звук.

Наиболее характерным видом брака при клепальных работах, обнаруживаемого при обстукивании, являются слабо сидящие заклепки, которые получают, если перед клепкой склепываемые детали были слабо стянуты или при клепке была применена слишком легкая поддержка.

Во всех случаях слабо сидящие заклепки должны быть высверлены и переклепаны.

Смещение закладной или заключительной головки заклепки от оси отверстия также является браком. Такие заклепки должны быть высверлены и вновь переклепаны.

Заклепки, которые не заполнили заклепочного отверстия вследствие малой длины или малого диаметра стержня, также должны быть переклепаны.

При клепке отдельные части корпуса судна соединяются при помощи заклепочных рядов, называемых ш в а м и.

В зависимости от назначения и степени прочности соединения заклепочные швы могут быть однорядные (рис. 4, а), двухрядные (рис. 4, б), трехрядные (рис. 4, в), четырехрядные (рис. 4, г) и т. д.

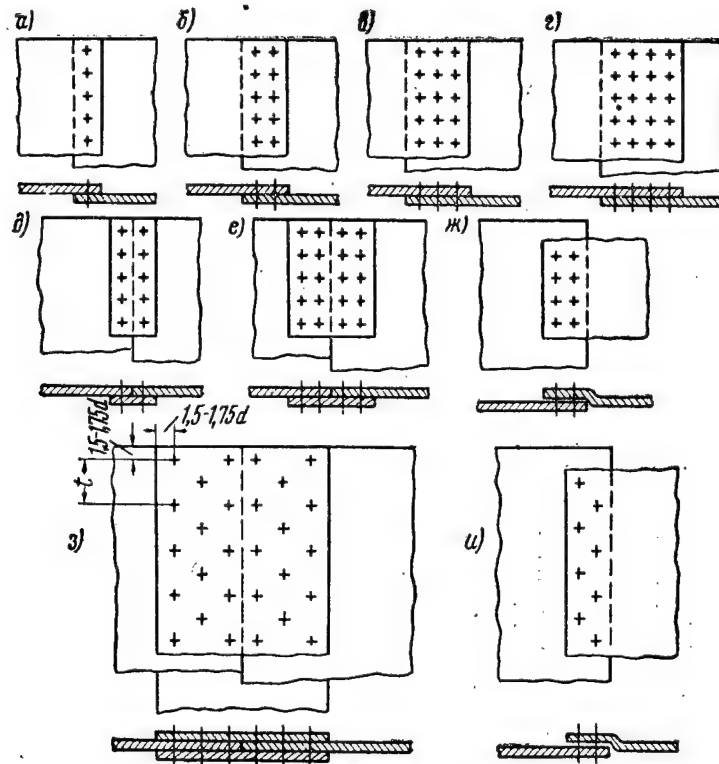


Рис. 4. Заклепочные швы

По расположению заклепок в шве различают цепные швы (рис. 4, д, е, ж), при которых заклепки расположены параллельными рядами, и шахматные швы (рис. 4, з, и), при которых заклепки одного ряда приходятся в промежутках между заклепками другого ряда. В судостроении применяются преимущественно цепные швы.

Металлические листы могут соединяться заклепками длинной стороной или короткой. Первое соединение называется п а з о м, а второе — с т ы к о м.

Расстояние между рядами заклепок при цепном шве должно быть не меньше двух с половиной диаметров заклепки — для пазов и трех с половиной — для стыков. При шахматном шве расстояние между центрами заклепок по диагонали должно быть не меньше трех диаметров заклепки.

По характеру соединения листов заклепочными швами различают: соединение внакрой или внахлестку, когда края листов перекрывают друг друга (см. рис. 4, а—г), и встык на одной планке (см. рис. 4, д, е) или на двух планках (см. рис. 4, з). При соединении листов внакрой край накрывающего листа иногда несколько выгибается. Такое соединение листов называется соединением внакрой с фланжировкой (см. рис. 4, ж, и).

Диаметр и форма головок заклепок установлены специальными таблицами Государственного общесоюзного стандарта. Диаметр заклепки выбирают в зависимости от толщины склепываемых листов и назначения изделия. Зависимость диаметра заклепок от толщины склепываемых листов приведена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1  
Зависимость диаметра  
заклепок от толщины листов

Расчетная толщина ли- стов, мм	Диаметр заклепки, мм
5 — 6,5	13,5
7 — 9	16,5
9,5—12,5	19,0
13 — 18,5	22,0
19 — 24	25,0
24,5—28	28,0
28,5—31	31,0
31,5—34	34,0

Шагом заклепок шва называется расстояние между их центрами. Шаг заклепок выражается числом их диаметров и выбирается в зависимости от плотности шва. Чем шов плотнее, тем число диаметров заклепки в шаге меньше.

Различают два основных типа заклепочных швов: прочный (или пронизываемый) и плотно-прочный (или непронизываемый).

Прочный шов применяется, когда соединение должно быть только прочным. В этом случае шаг может быть равен от семи до восьми диаметров заклепки.

Плотно-прочный шов употребляется в тех случаях, когда соединение должно быть не только прочным, но и непронизываемым (он не должен пропускать воду, нефть, а иногда и газ). В этих случаях принимается шаг, равный от трех до пяти диаметров заклепки.

Расстояние от центра заклепочного отверстия до обреза кромки листа или профиля должно быть не менее полутора диаметров заклепки. В местах, подлежащих чеканке, это расстояние должно быть не менее 1,75 диаметра заклепки.

На чертежах заклепочные соединения обозначаются следующими условными знаками: в плане — крестиками или кружками, а



на других проекциях — пунктирной линией, представляющей собой линию центров заклепок.

Обычно на чертежах показывают не все заклепки данного ряда, а только часть их и сокращенно проставляют только диаметр и расстояние между центрами заклепок, например: «зак.  $d=15$   $t=4-4,5 d$ », что означает: зак. — заклепка,  $d$  — условное обозначение диаметра,  $t$  — условное обозначение шага. В нашем примере диаметр заклепки равен 15 мм, а шаг — от 4 до 4,5 диаметра, т. е. от 60 до 67 мм.

В местах, где невозможно сделать сквозные заклепочные отверстия или где затруднена клепка, вместо заклепок устанавливают гужоны (рис. 5), представляющие собой стержни с винтовой нарезкой и с потайной головкой, оканчивающейся квадратным выступом для ввертывания их ключом, надеваемым на выступ. После ввертывания гужона выступ срубается.

В отдельных случаях в судостроении для соединения деталей применяются и болты, например, при креплении деревянной палубы к стальному настилу, механизмов к фундаментам, при соединении фланцев трубопроводов и т. д.

Временные болтовые соединения применяются при сборке судовых конструкций для клепки, а в отдельных случаях — при подготовке соединений к сварке.

Болтовое соединение прочно, легко разбирается, но плотность его достигается с трудом.

Болт с гайкой показан на рис. 6, а.

Шпилька (рис. 6, б), в отличие от болта, имеет нарезку с обоих концов. Шпильки применяются относительно редко, преимущест-

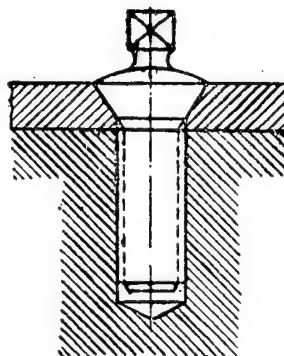


Рис. 5. Гужон

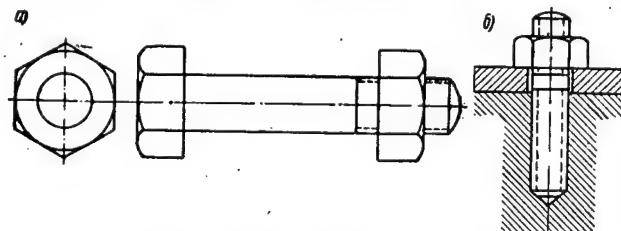


Рис. 6. Болт с гайкой и шпилька

венно для крепления крышек горловин отсеков корпуса судна, цистерн и в механизмах.

Плотность заклепочного соединения не может быть достигнута только путем клепки даже при малом расстоянии между центрами

заклепок. Для достижения непроницаемости заклепочные соединения (пазы, стыки, а иногда и головки заклепок) после клепки подвергаются чеканке. Чеканкой достигается уплотнение швов и плотное прилегание листов друг к другу по кромкам соединения; при этом металлом заполняются все зазоры и неплотности заклепочного шва. Чем плотнее собраны и склепаны детали, тем легче будет чеканка их кромок.

Чеканка производится вручную или пневматическими молотками малого размера при помощи специального набора зубил, называемых чеканами.

Кромки листов толщиной более 7 мм при чеканке должны иметь фаски с углом наклона 15°.

Чеканка делается с одной из сторон непроницаемой поверхности. Обычно наружная обшивка корпуса судна чеканится со стороны, омываемой забортной водой.

Для устранения течи в заклепках, обнаруженной при испытании, их чеканят вокруг заключительной головки.

Чеканка швов производится следующим образом. Чекан (рис. 7, а) ставят под углом 25—30° к кромке листа (рис. 7, б),

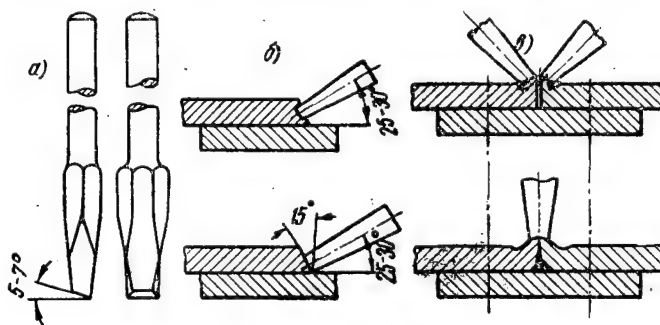


Рис. 7. Чеканка шва и стыка

ударами молотка по чекану уплотняют металл так, чтобы на кромке листа образовалась неглубокая канавка. Затем чекан поворачивают на 180° вокруг его оси и снова проходят шов.

При чеканке необходимо следить за тем, чтобы чекан не врезался своей кромкой в поверхность нижнего листа.

Чеканка стыков двух листов производится следующим образом (рис. 7, в). Зубилом насекают на листах две канавки на расстоянии 4—5 мм от кромок. Затем тупым чеканом, поставленным под углом к канавкам, натягивают сначала кромку одного листа на другой, а потом к ней подтягивают кромку второго листа, после чего проходят стык чеканом со слегка вогнутым бойком и сближают кромки.

Чеканка заклепок с полукруглой головкой (рис. 8, а) выполняется в один прием. Край головки уплотняется и округляется чеканом формы, изображенной на рис. 8, а:

Чеканка потайных заклепок (рис. 8, б) производится в три приема:

- 1) зубилом срубают излишний металл головки;
- 2) уплотняют кромку головки по всей окружности; при этом вокруг заклепки появляется канавка, которую осаживают;
- 3) на головке заклепки сглаживают буртик, который получается вследствие осаживания ее кромки.

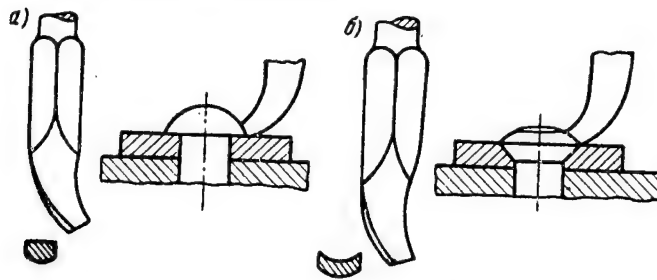


Рис. 8. Чеканка головок заклепок

Следует заметить, что чеканка головок заклепок разрешается только в исключительных случаях, так как при правильной клепке она не требуется.

По окончании клепки и чеканки плотность и непроницаемость заклепочных соединений судна проверяют давлением путем заполнения отдельных его отсеков водой или поливания поверхностей сильной струей воды из шланга под напором. При этом тщательно осматривают несмоченную сторону. Швы, пропускающие воду, чеканят вторично, а заклепки чеканят или срубают и переклепывают.

Для листов тоньше 4 мм достичь плотности швов чеканкой не удастся, поэтому для непроницаемости склепываемых тонких листов применяют прокладки из парусины или тонкой проволоочной сетки. Перед установкой на место прокладки пропитывают суриком или свинцовыми белилами.

При установке перед клепкой прокладок чеканку не производят.

В настоящее время клепка применяется в судостроении редко, она заменяется более совершенным способом соединения деталей — электросваркой.

При электросварных соединениях уплотнения швов и чеканки не требуется.

При клепальных работах, во избежание несчастных случаев, необходимо выполнять все правила техники безопасности. В частности, надо следить за тем, чтобы:

- 1) клепальные молотки были хорошо насажены на ручки;
- 2) бойки молотков и обжимок не имели трещин или выбоин;

- 3) клепальщики при потолочной клепке надевали защитные очки;
- 4) в труднодоступных местах нагретые заклепки подавались по желобу или трубе (во избежание ожога рабочих).

### § 3. ПРАВКА И ГИБКА МЕТАЛЛА ВРУЧНУЮ БЕЗ НАГРЕВА

Листовой и профильный материал перед обработкой необходимо выправить.

Правкой называется операция, при которой устраняются неровности и волнистость поверхности (так называемые местные бухтины), образовавшиеся после прокатки материала, его перевозки или по другим причинам.

Правка листового материала небольших толщин и размеров производится на плите следующим образом. Лист укладывают на плиту выпуклостью вверх и ударяют молотком вокруг выпуклости, начиная от места соприкосновения ровной части листа с плитой, и постепенно перемещают удары молотка к центру выпуклости, как показано на рис. 9. Под действием ударов ровная часть и сжатые волокна листа будут вытягиваться, а выпуклость — выправляться. Если на листе имеется несколько неровных мест, правка их производится таким же образом.

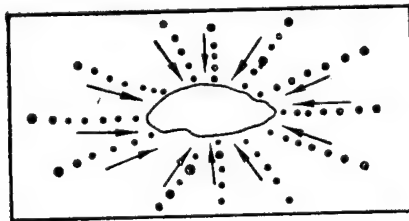


Рис. 9. Схема ручной правки листового материала

Тонкие листы правят деревянными молотками, так как при правке металлическими молотками на листах могут остаться следы от ударов.

Правка профильного материала — угольника, полосы, круглого прутка небольшого диаметра — производится на правильной плите вручную, при помощи молотка (иногда небольшой кувалды). Материал кладут на плиту и, поворачивая его, наносят удары по выпуклым местам до удаления всех неровностей. При правке прутка после удаления неровностей необходимо, перемещая его по длине, наносить легкие удары, одновременно поворачивая его.

Правка профильного материала средних и больших размеров производится на особых правильных станках с роликами или на горизонтальных бимсогибочных и правильных прессах (рис. 10).

В этих прессах профиль укладывают между одним подвижным (со стороны привода) и двумя неподвижными упорами. Путем нажима подвижным упором профильную балку выправляют. Этим же прессом можно придать и выгиб прямой профильной балке. Такие прессы применяют для гибки и правки угольников больших размеров и швеллеров № 16 и выше.

В судостроении, где для постройки корпуса применяется много листового материала больших размеров, правку листов произво-

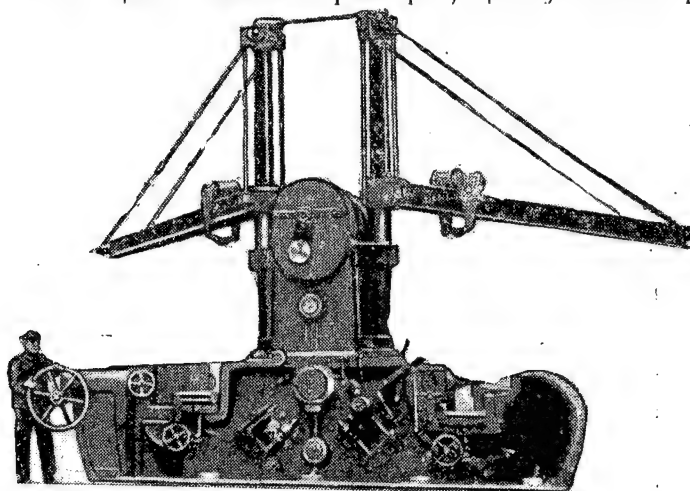


Рис. 10. Горизонтальный комбинированный биметаллический и правильный пресс

дят на специальных правильных вальцах, имеющих два ряда валков — верхние 1 и нижние 2, вращающихся в разные стороны

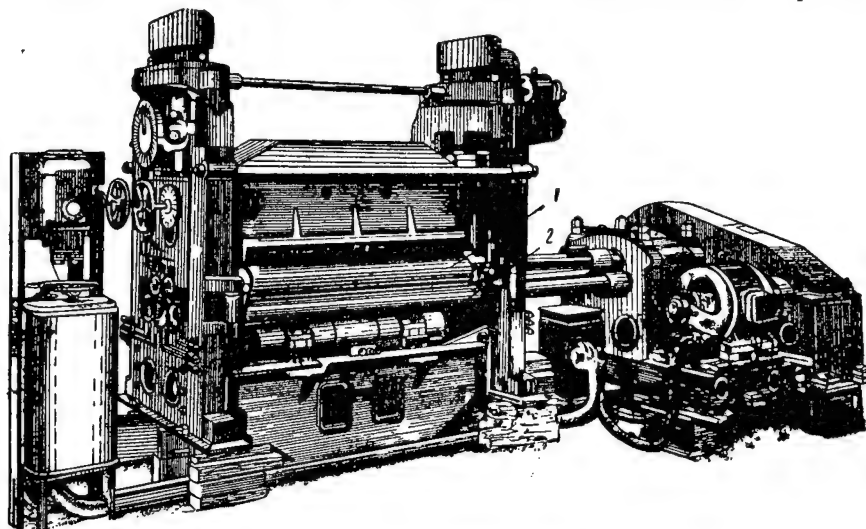


Рис. 11. Правильные вальцы

(рис. 11). Листы пропускают между валками несколько раз, причем расстояние между рядами валков постепенно уменьшают, в результате чего листы выправляются.

2\*

Мелкие детали корпуса судна, имеющие небольшие толщины, правят вручную в холодном состоянии на правильных плитах.

Детали большой толщины после изготовления правят в горячем состоянии на плитах.

Гибка заключается в том, что детали сгибают под углом или по кривой линии. Гибку металла вручную сборщику-корпуснику приходится производить редко.

Гибку тонкого материала производят в тисках или с помощью других приспособлений.

Гибка листов по радиусу производится на гибочных вальцах (рис. 12).

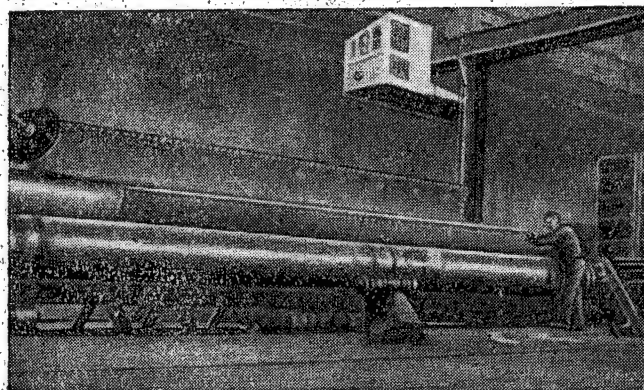


Рис. 12. Трехвалковые гибочные вальцы.

В трехвалковых гибочных вальцах два нижних вальца вращаются электродвигателем, а верхний, несколько большего диаметра, вращается благодаря трению об изгибаемый лист. Нижние вальцы могут только вращаться, верхний же валок уложен в подшипники, которые могут перемещаться вверх и вниз. Расстояние между вальцами можно устанавливать в зависимости от толщины изгибаемых листов. Верхним валком нажимают на лист, уложенный на нижние вальцы, и, прокатывая лист несколько раз вперед и назад, придают ему нужную кривизну.

Гибка листов по сложной кривой производится в горячем состоянии на плитах по специальным каркасам или в холодном состоянии на гидравлических прессах (рис. 13).

К стальной плите рабочей площадки пресса крепится стальная отливка или поковка, называемая матрицей. Матрица состоит из двух частей: подвижной, которая непосредственно крепится к плите, и сменной, имеющей обработанную поверхность той формы, которую хотят придать листу.

К выступающей части рабочего цилиндра пресса крепится стальная отливка или поковка, называемая пуансоном, так-



же состоящая из двух частей: пуансонодержателя и сменного пуансона, закрепленного в первом. Наружная поверхность сменного пуансона совпадает с поверхностью сменной матрицы. Матрица и

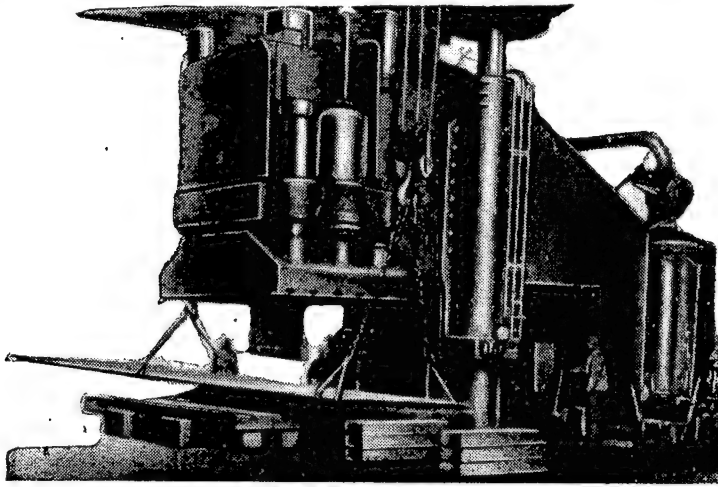


Рис. 13. Гидравлический пресс

пуансон составляют универсальный штамп (рис. 14). Универсальным он называется потому, что сменные части его могут иметь любую форму.

На матрицу кладут изгибаемый лист. В результате движения пуансона вниз создается давление на лист, который получает соответствующий выгиб.

Гидравлические прессы бывают мощностью от ста до нескольких тысяч тонн. На них можно изгибать листы больших толщин и придавать им самую разнообразную форму.

Кроме гибки листового материала, в судостроении приходится производить гибку труб.

Для этого применяются различные оправки, роликовые приспособления с ручным приводом и механические трубозагибочные станки. В холодном состоянии вручную можно гнуть трубы диаметром до 20 мм с радиусом загиба до 50 мм, а трубы больших

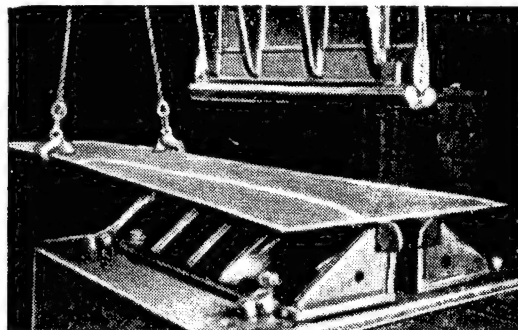


Рис. 14. Универсальный штамп для гибки листов на прессе

диаметров гнут в горячем состоянии. Специальными трубогибочными станками с механическим приводом можно в настоящее время гнуть в холодном состоянии трубы диаметром до 420 мм. Чтобы трубы не помялись в месте изгиба, их набивают наполнителем (песком и др.).

#### § 4. РЕЗКА МЕТАЛЛА ВРУЧНУЮ

Резка металла вручную заключается в том, что листу или профилю придают необходимые форму и размеры при помощи ручных ножниц или ручных и механических ножовок. Резка применяется также для разделения материала на части для заготовок, выпиливания внутренних фигур или прорезей.

Кровельное железо и листы толщиной до 1 мм режут ручными ножницами (рис. 15, а), а для резки материала толщиной до 3 мм служат стуловые ножницы (рис. 15, б). При резке ножницы раскрываются не полностью, а так, чтобы они лезвиями захватывали металл.

Листы толщиной от 5 до 10 мм и профильный материал небольших размеров можно резать ручными переносными рычажными ножницами (рис. 15, в), у которых подвижной нож приводится

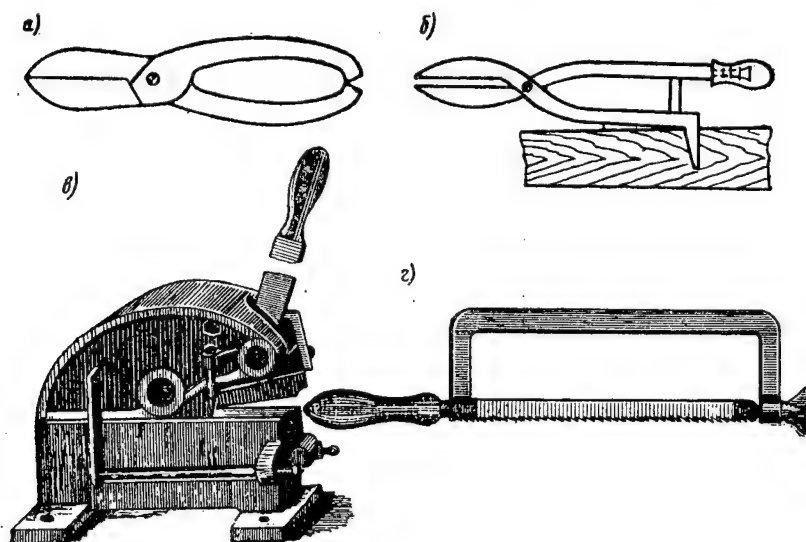


Рис. 15. Инструмент для резки металла вручную

в действие движением рычага вручную. Такие ножницы в настоящее время применяют редко, главным образом при судоремонте, если он производится в отдалении от мастерских или завода.

Для резки более толстого материала и профилей различных сечений, а также для вырезки контуров в листах применяют ручные ножовки, в которых закрепляется ножовочное полотно (рис. 15, *г*).

Ножовочное полотно представляет собой тонкую стальную пластинку с зубьями на одной стороне. Ножовочные полотна изготавливают из специальной инструментальной стали, причем зубья делают более твердыми (путем закаливания), а спинку — более мягкой (путем отпуска). Зубья ножовочного полотна имеют клиновидную форму и расположены так, что процесс резания происходит только при движении полотна в одном направлении (обычно вперед).

Ножовочные полотна имеют следующие размеры: длину от 150 до 400 *мм*, ширину от 10 до 25 *мм* и толщину от 0,6 до 1,25 *мм*.

Выбор размера ножовочного полотна зависит от твердости материала и от величины и формы изделия.

При резке твердого металла зубья полотна должны быть мельче, чем при резке мягкого, причем для резки деталей небольшого сечения применяется полотно с мелкими и частыми зубьями, а для резки деталей большого сечения — с более крупными зубьями.

Для резки мягких металлов пользуются полотнами, имеющими 40—55 зубьев, твердых металлов — 70—90 зубьев на 100 *мм* длины полотна.

Чтобы не происходило заедания при резке, зубья полотна разводят, отгибая их попеременно в разные стороны на 0,25—0,5 *мм*.

Во время резки ножовку надо держать в горизонтальном положении, причем она должна двигаться плавно, без рывков, а натяжение полотна должно быть таким, чтобы при работе оно не изгибалось. Необходимо давать ножовке такой размах, чтобы работало все полотно, а не часть его. Твердые металлы режут с меньшей скоростью, мягкие — с большей.

Нажимать на ножовку надо только при движении ее вперед.

Тонкие металлические листы перед резкой обычно зажимают в тисках между деревянными прокладками.

Для резки толстых прутков или толстого материала применяют также механические ножовки, которые представляют собой особые металлорежущие станки. Материал закрепляется в тисках на столе станка, а сверху станка в направляющих движется рама с закрепленным ножовочным полотном. Полотно приводится в движение электрическим двигателем.

Резку металла производят по намеченной риске или параллельно риске, оставляя припуск около 1 *мм* для последующей обработки путем опилования.

При резке металла надо соблюдать следующие основные правила техники безопасности: ножовочное полотно должно быть прочно закреплено в раме ножовки; нельзя пользоваться ножовкой без ручки; смазывать механическую ножовку на ходу не разрешается.

## § 5. ОПИЛИВАНИЕ МЕТАЛЛА

Опиливание производится при обработке металла, обычно после рубки и резки. Изделия опиливают для того, чтобы они имели точные размеры и чистую поверхность. Опиливание применяется также для пригонки деталей друг к другу в процессе сборки. Поэтому опиление может производиться как в тисках, так и на месте сборки.

Опиливание производится при помощи напильников (рис. 16, а).

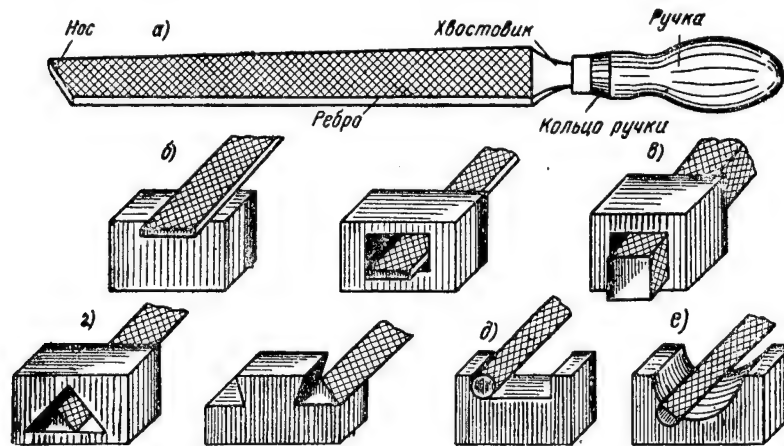


Рис. 16. Напильники различных профилей

Напильники отковывают из полос инструментальной стали, отжигают, насекают на специальных станках и, наконец, подвергают закалке, чтобы придать зубьям твердость. Своими зубьями напильник режет металл, снимая небольшие слои толщиной от 0,3 до 0,5 мм.

Зубья на напильнике насекают одинарной и двойной перекрестной насечкой. Напильники с одинарной насечкой применяют для опиления мягких металлов (меди, бронзы, латуни и др.). Напильники с двойной насечкой применяют для опиления чугуна, стали и других твердых металлов.

В зависимости от величины зубьев или крупности насечки напильники подразделяются на 6 классов.

К I классу относятся напильники с крупной насечкой (6 — 10 зубьев на 1 см длины), называемые *драчевыми*.

Ко II классу относятся напильники со средней насечкой (12 — 25 зубьев на 1 см длины), называемые *личными*.

К III, IV, V и VI классам относятся напильники с мелкой насечкой (24 — 48 зубьев на 1 см длины), называемые *бархатными*.

Для работы напильники выбирают в зависимости от величины припуска на опиловку.

При припуске более 0,25 мм применяют драчевые напильники; при этом достигается точность обработки 0,10—0,15 мм.

При припуске не более 0,10—0,15 мм пользуются личными напильниками; при этом достигается точность до 0,05 мм.

Бархатные напильники применяют для получения гладкой поверхности; при этом достигается точность от 0,01 до 0,005 мм.

Наиболее распространены напильники: плоские (рис. 16,б) — остроносые и тупоносые — квадратные (рис. 16,в), трехгранные (рис. 16,г), круглые (рис. 16,д) и полукруглые (рис. 16,е). Напильники других форм (ножовочные, ромбические, овальные) применяют редко.

Длина насеченной части напильников бывает от 75 до 500 мм.

Длина напильника должна быть примерно на 150 мм больше длины опиливаемого изделия.

Чтобы напильник было удобно держать, на конец его туго насаживают гладкую деревянную ручку. Деревянные ручки часто трескаются, поэтому в последнее время начали применять ручки из прессованной бумаги. Такие ручки не трескаются, плохо проводят тепло и не охлаждаются при низкой температуре, благодаря чему они более удобны для работы.

Засоренные и забитые опилками напильники необходимо очищать стальной проволочной щеткой или тонкой медной пластиной вдоль насечки. Напильник можно предохранить от забивания опилками, натерев его мелом.

Рекомендуется работать сначала одной стороной напильника, а другой пользоваться после затупления первой. Чтобы не испортить насечки, нельзя класть один напильник на другой, а также класть напильники вместе с другими инструментами. Необходимо следить за тем, чтобы на напильники не попадали вода, масло и грязь.

Напильники, на которые попало масло, следует чистить твердым древесным углем. Куском угля трут напильник в поперечном направлении до полного уничтожения следов масла, после чего чистят его проволочной щеткой. Запрещается касаться напильниками закаленных предметов, например, щек тисков.

Опиливание больших плоскостей производится плоскими напильниками перекрестными штрихами, чтобы поверхность была более гладкой. Для равномерного опиливания всей плоскости надо перемещать напильник сначала вперед и справа налево, затем опиление производят вперед и слева направо до тех пор, пока не будет снят весь слой металла.

При необходимости снять слой металла толщиной более 0,5 мм надо начинать опиловку драчевым напильником и после этого, для выравнивания поверхности, пользоваться личным напильни-

ком. При опиливании плоскостей надо следить за тем, чтобы напильник все время находился в горизонтальном положении.

При опиливании наружных углов пользуются плоским напильником, а внутренние углы обрабатывают напильниками трехгранными, квадратными или других профилей.

Выпуклую криволинейную поверхность можно опиливать плоским напильником.

Вогнутую криволинейную поверхность обрабатывают полукруглым или овальным напильником.

При распиливании отверстий круглой и овальной формы пользуются круглым и полукруглым напильником.

Прямоугольные и квадратные отверстия обрабатывают плоским напильником. Треугольные отверстия обрабатывают трехгранным напильником.

Рекомендуются следующие основные приемы опиливания. При опиливании плоскостей, находящихся под углом, надо сначала правильно опилить одну плоскость, а затем подгонять к ней другую плоскость под угольник. При опиливании параллельных плоскостей в первую очередь обрабатывают до необходимой точности одну плоскость и уже по ней подгоняют другую.

Кривые поверхности опиливают путем качательных движений напильника, что обеспечивает получение ровной поверхности без углов.

При распиливании отверстий или опиливании внутренних кривых поверхностей при движении напильника вперед надо одновременно немного перемещать его вправо и влево для получения более криволинейной поверхности.

Необходимо закреплять изделие в тисках так, чтобы опиливаемая поверхность была горизонтальной.

Надо пользоваться всей поверхностью напильника; нажимать на напильник следует только при движении его вперед. При опиливании движения должны быть равномерными.

Для опиливания применяются также опилочные станки, на которых можно готовить кромки деталей к сборке и сварке, а также обрабатывать внутренние отверстия.

При опиливании возможны следующие виды брака:

1) неровная поверхность (завалены края и имеются горбы) или исцарапанная поверхность вследствие неумелого пользования напильником и неправильного выбора его;

2) неправильные размеры детали вследствие снятия лишнего слоя металла.

При опиливании, во избежание несчастных случаев, необходимо соблюдать следующие основные правила техники безопасности:

1) работать на слабо закрепленных тисках запрещается;

2) нельзя работать напильником без ручки или с неисправной ручкой или с ручкой не по размеру напильника;

3) удалять руками металлическую стружку с поверхности обрабатываемого изделия не разрешается.



## § 6. СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКОВАНИЕ, РАЗВЕРТЫВАНИЕ МЕТАЛЛА

Сверлением называется обработка металла резанием для получения в изделиях круглых отверстий.

Сверление бывает сквозное и глухое. Оно может производиться в цельном материале или для рассверливания уже имеющегося отверстия.

Сверление производится при помощи режущего инструмента, называемого сверлом. Наибольшая точность, достигаемая при сверлении, составляет от 0,05 до 0,2 мм. Большая точность достигается при развертывании и шлифовании.

Сверла изготавливаются из инструментальной стали. Сверла для металла бывают двух типов — перовые и спиральные (рис. 17).

Рабочая часть перового сверла (рис. 17,а) представляет собой пластинку, у которой режущие ребра расположены симметрично по отношению друг к другу и к оси сверла.

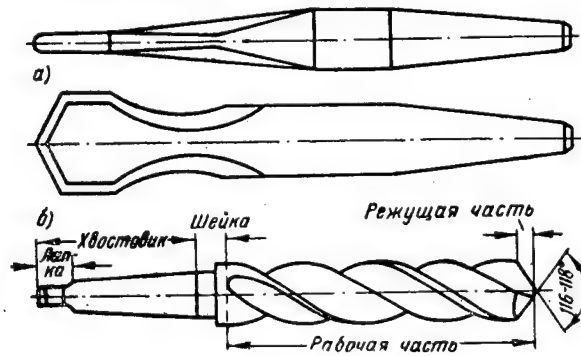


Рис. 17. Сверла

Перовые сверла просты в изготовлении и прочны, но не обеспечивают точной работы и поэтому применяются редко.

В большинстве случаев для сверления отверстий в металле пользуются спиральными сверлами (рис. 17,б). Спиральные сверла состоят из рабочей части и хвостовика и бывают различных диаметров — от 1 до 80 мм. Рабочая часть спирального сверла имеет цилиндрическую форму. На ней сделаны две винтовые канавки, служащие для отвода стружки. Канавки по кромкам имеют направляющие фаски (ленточки), служащие для калибровки отверстия, образованного режущей частью сверла. Режущая часть сверла находится на его вершине и имеет форму конуса. При помощи хвостовика сверло крепится в станке или в переносной сверлильной машинке.

Спиральные сверла имеют следующие преимущества перед перовыми:

1) режущие кромки их после износа можно быстро восстановить путем заточки, причем сверла сохраняют свой первоначальный диаметр;

- 2) винтовые канавки облегчают вывод стружки из отверстия;
- 3) производительность этих сверл выше.

При сверлении хвостовики сверл закрепляются в специальных зажимных приспособлениях, называемых патронами, которые укрепляются на шпинделе сверлильного станка, в сверлильной машинке или в дрели.

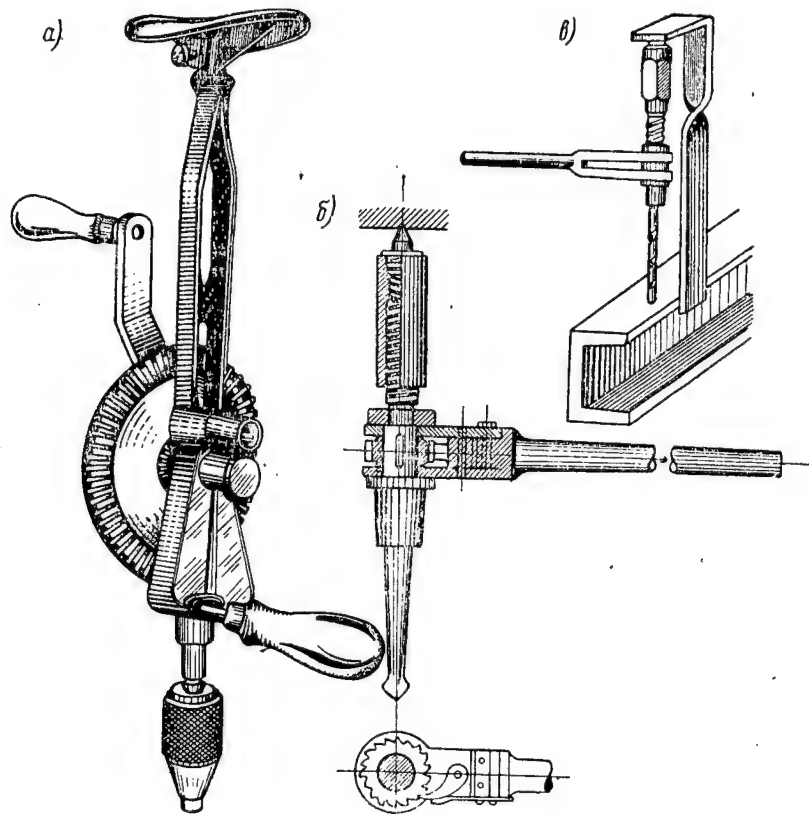


Рис. 18. Ручная дрель и трещотка

Для лучшего резания металла при сверлении угол резания выбирается в зависимости от материала, в котором сверлится отверстие: для меди принимается угол, равный  $50^\circ$ , для стали средней твердости —  $75^\circ$ , а для твердой стали —  $80^\circ$ . Таким образом, чем материал тверже, тем угол резания рабочей кромки сверла больше.

Заточка сверл производится на специальных заточных станках или вручную на обычных точилах.

Правильность заточки сверла проверяют по специальным шаблонам.

По способу выполнения сверление бывает ручное и механическое.

Ручное сверление производится при помощи ручных дрелей (рис. 18,а) и трещоток (рис. 18,б). Последние применяются редко вследствие их низкой производительности.

Сверление отверстия трещоткой показано на рис. 18,в.

Механическое сверление производится при помощи сверлильных станков, пневматических сверлильных машинок и дрелей.

Сверлильные станки бывают различных размеров и типов. Обычно применяются вертикально-сверлильные станки (рис. 19).

Вертикально-сверлильный станок состоит из станины, подъемно-опускного стола, на рабочей поверхности которого имеются пазы для крепления изделия, и шпинделя с маховиком для перемещения сверла. В верхней части станка расположены электрический двигатель и коробка скоростей. Включение перебора коробки скоростей и изменение направления вращения шпинделя станка производятся рукоятками.

В корпусообрабатывающих цехах сверловка отверстий в деталях судового набора производится при помощи больших радиально-сверлильных станков (рис. 20).

Радиально-сверлильный станок представляет собой вращающуюся на шариковом подшипнике чугунную колонну, имеющую выступающую часть. Вдоль этой части по зубчатой рейке движется суппорт с установленным на нем электрическим двигателем, сообщаящим вращение шпинделю со сверлом. Скорость вращения шпинделя может изменяться при сверлении отверстий разных диаметров и в разных металлах. Под действием специального устройства подача шпинделя автоматически прекращается, как только сверло проходит толщ металла.

Для сверления отверстий непосредственно на судне применяют переносные пневматические сверлильные машинки (рис. 21).

При сверлении отверстий широко применяются пневматические (рис. 22,а) и электрические дрели (рис. 22,б).

Пневматическими сверлильными машинками можно сверлить отверстия диаметром до 70 мм (машинка марки СМ-70 завода «Пневматика»), а электродрелями — до диаметра 23 мм (электро-

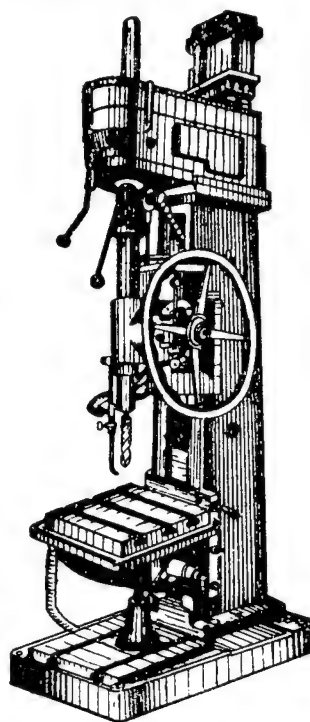


Рис. 19. Вертикально-сверлильный станок

дрель завода «Электроинструмент»). Для сверления отверстий в труднодоступных местах в электродрелях применяются удлиненные прямые и угловые насадки (рис. 22,в).

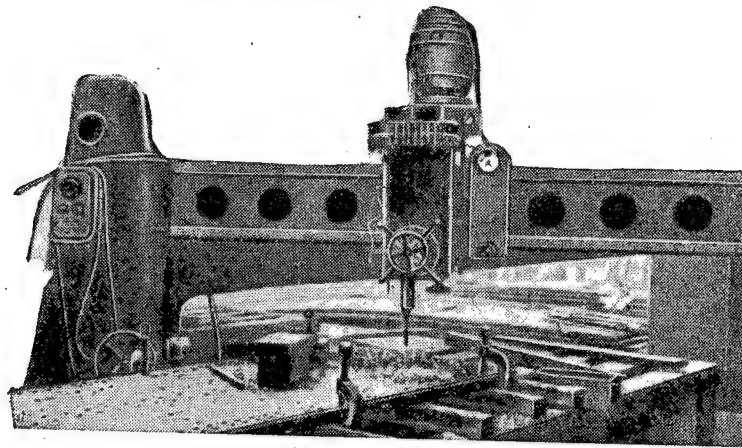


Рис. 20. Радиально-сверлильный станок

При работе сверло сильно нагревается, вследствие чего его режущие кромки могут потерять свою режущую способность. Во избежание этого необходимо подводить к сверлу охлаждающие жидкости, которые, в зависимости от обрабатываемого материала, бывают различными: мыльная вода, керосин или специальная смазочно-охлаждающая жидкость, называемая эмульсией.

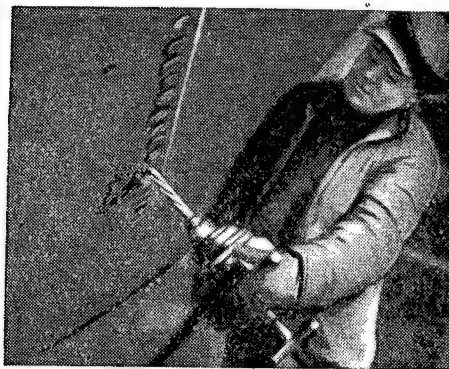


Рис. 21. Сверление отверстий пневматической сверлильной машинкой

Основными причинами поломки сверл при работе являются: затупление сверла, забивка канавок сверла стружками, сверление незакрепленных деталей, недостаточное охлаждение сверла.

Мерами предупреждения поломки сверл являются: правильная заточка их, частое выведение сверла из отверстия и удаление стружки; правильная установка и хорошее закрепление деталей и увеличение охлаждения сверла.

Просверленные сверлами в металле отверстия часто нуждаются в дополнительной обработке, которая называется зенкованием.

Зенкование производится для расширения центровых отверстий, получения переходных отверстий, обработки поверхности вокруг отверстий, образования конического углубления и т. д.

Режущий инструмент, предназначенный для зенкования отверстий, называется зенкером. Зенкер является промежуточным инструментом между спиральным сверлом, при помощи которого делают грубые отверстия, и разверткой, при помощи которой делают отверстия более точными и чистыми.

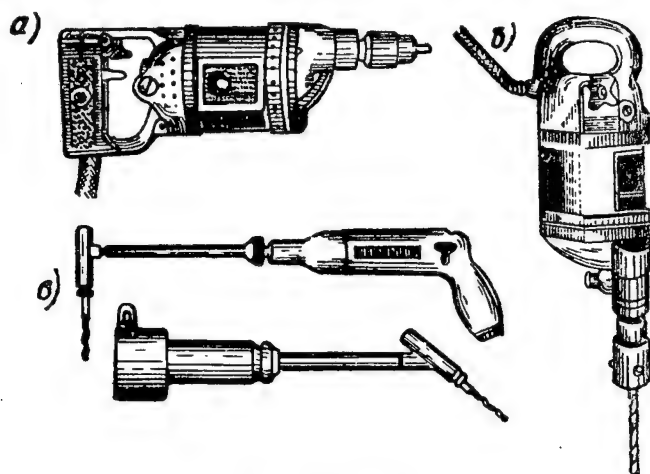


Рис. 22. Дрели

По форме режущей части зенкеры разделяются на спиральные, или рейберы, и прямые — цилиндрические; по конструкции режущей части — на цельные и насадные.

В зависимости от формы обрабатываемого отверстия применяются цилиндрические и конические зенкеры.

В судостроении зенкование отверстий производится главным образом под конус для посадки потайных головок заклепок в непроницаемых соединениях, для чего применяются конические зенкеры (рис. 23, а).

Для листов толщиной до 12,5 мм конусность вокруг отверстий делается на всю толщину листов с углом около  $60^\circ$ , при большей толщине листов конусность делается на 0,9 толщины листа с углом около  $45^\circ$ .

Обычно после сверловки отверстия получаются неточными. Поэтому, когда надо получить точное и чистое (гладкое) отверстие, сначала просверливают сверлом отверстие несколько меньшего диаметра, а потом развертывают его до нужного размера специальным инструментом, называемым разверткой (рис. 23, б). В результате развертывания отверстия получаются чистыми, гладкими и правильной цилиндрической формы.

По конструкции развертки бывают цилиндрические и конические.

Развертки, как и сверла, изготавливаются из инструментальной стали. Они представляют собой режущий инструмент, состоящий из рабочей части, шейки и хвоста.

Рабочая часть состоит из зубьев, расположенных по окружности развертки.

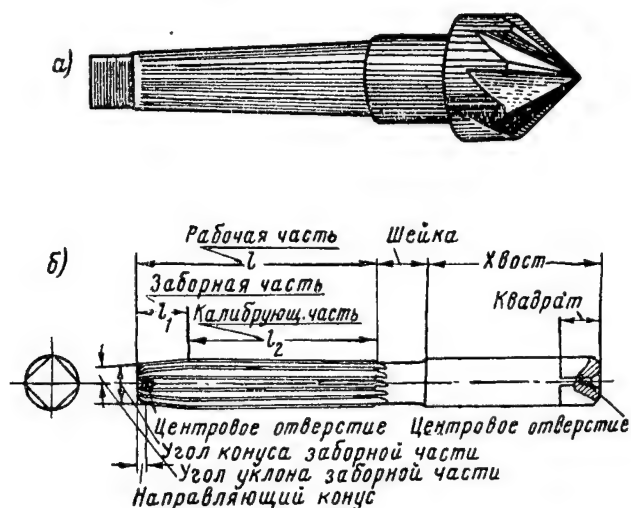


Рис. 23. Конический зенкер и цилиндрическая развертка

Развертывание может производиться двумя способами:

- 1) вручную, при помощи воротков, надеваемых на хвост развертки, или при помощи трещоток, которыми вращают развертку;
- 2) механическим способом — на сверлильных, токарных и других станках, в которых закрепляется деталь и вращается развертка.

При работе на сверлильных станках, а также с переносными сверлильными машинками и дрелями необходимо соблюдать следующие основные правила техники безопасности:

- 1) на одежде рабочего не должно быть висящих концов;
- 2) при сверлении не разрешается держать обрабатываемую деталь в руках: ее надо прочно закреплять на столе станка или в тисках;
- 3) нельзя проверять остроту сверла рукой во время работы;
- 4) удалять стружку из отверстия следует только после полной остановки станка;
- 5) удалять стружку со стола надо щеткой или специальным скребком;



6) запрещается вытирать и смазывать станок или переносную машинку во время сверления;

7) при сверлении хрупких материалов надо надевать защитные очки;

8) охлаждающую жидкость следует наносить на сверло только кисточкой.

#### § 7. ПОНЯТИЕ О ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЗМОВ И ДОПУСКИ В РАЗМЕРАХ

Взаимозаменяемыми называются детали, изготовленные таким образом, что любая из них может быть поставлена в механизм при сборке или ремонте без дополнительной пригонки. Все взаимозаменяемые детали изготавливаются по одним и тем же чертежам и техническим условиям.

При изготовлении большой партии деталей по ряду технических причин, главным образом вследствие недостаточного совершенства процесса обработки, невозможно добиться, чтобы все они имели совсем одинаковый, заданный чертежом размер. Действительный размер всегда отклоняется от заданного в большую или меньшую сторону.

Размер детали, заданный чертежом, называется номинальным.

В связи с невозможностью получить при обработке точно номинальный размер в машиностроении принято указывать в чертежах два размера детали, между которыми должен находиться действительный размер. Эти два размера называются предельными. Чем больше разность между ними, тем легче обработать деталь.

Разность между предельным и номинальным размерами называется отклонением размера.

Верхним отклонением называется разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

Нижним отклонением называется разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском размера. Допуск характеризует допускаемую неточность при обработке данной детали.

Если на чертеже размер детали показан  $40 \begin{smallmatrix} +0,05 \\ -0,03 \end{smallmatrix}$ , то это означает, что:

- 1) номинальный размер равен 40 мм;
- 2) верхнее отклонение равно 0,05 мм, нижнее отклонение равно 0,03 мм;
- 3) наибольший предельный размер равен  $40 + 0,05 = 40,05$  мм, наименьший предельный размер равен  $40 - 0,03 = 39,97$  мм;
- 4) допуск размера равен  $40,05 - 39,97 = 0,08$  мм.

При назначении величины допуска конструктор должен учитывать условия работы детали и ее изготовления.

## § 8. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Для измерения размеров деталей пользуются измерительным инструментом. Ввиду того, что детали бывают обработаны с различной степенью точности, приходится применять различный измерительный инструмент.

Большое значение имеет правильное и точное измерение деталей во время обработки, так как от этого зависит окончательный результат обработки.

Измерительный инструмент бывает:

1) многомерный нераздвижной, например, масштабные линейки разных размеров, складные стальные и деревянные метры, рулетки различной длины — стальные и тесемочные;

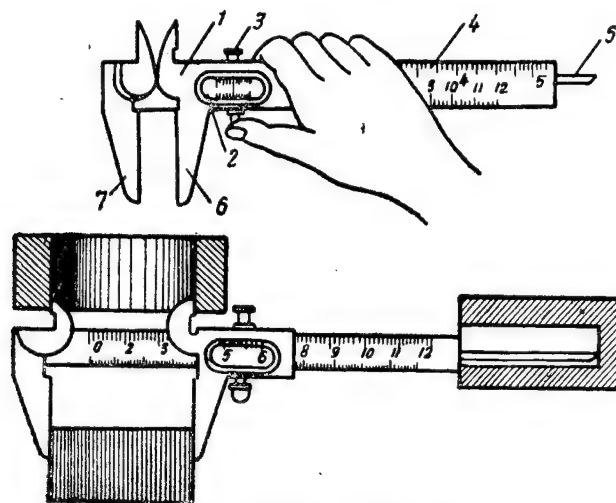


Рис. 24. Штангенциркуль:

1—обойма, 2—рамка с нониусом, 3—гайка с винтом, 4—линейка для отсчета длины, 5—линейка для измерения глубины, 6—подвижная губка, 7—неподвижная губка.

2) многомерный раздвижной, например, штангенциркуль, микрометры, глубометры и др.;

3) переносный, при помощи которого размеры с изделий переносятся на линейку или метр (и обратно); к нему относятся кронциркули и различные нутромеры;

4) одномерный — мерительные скобы, пробки, шаблоны, щупы и т. п.

Пользование таким измерительным инструментом, как линейки, метры, рулетки, кронциркули и нутромеры, очень несложно и особых пояснений не требует.

Судовому сборщику-корпуснику приходится чаще всего пользоваться штангенциркулем, микрометром и щупом, которые являются инструментом повышенной точности.

Штангенциркуль (рис. 24) служит для измерений наружных и внутренних размеров, а также глубины отверстий с точностью до 0,1 мм. Из рис. 24 видно, что основной частью штангенциркуля является стальная линейка длиной от 150 до 250 мм, на которой имеются две двусторонние губки, служащие для наружных и внутренних измерений. Одна из губок — неподвижная, другая — подвижная — имеет обойму, с винтом и гайкой для закрепления ее в

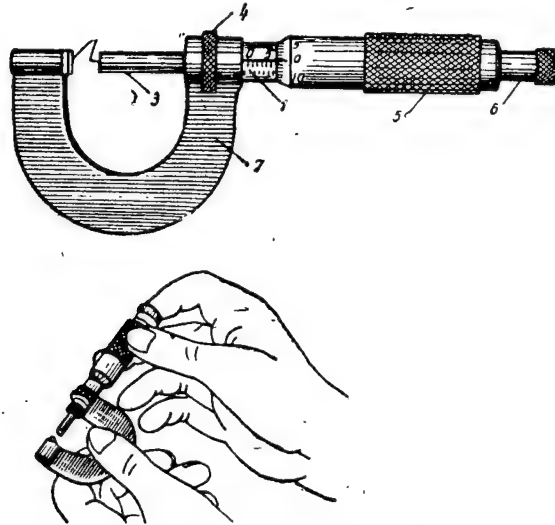


Рис. 25. Микрометр и пользование им:  
1—хвостовик скобы, 2—измерительные плоскости, 3—микрометрический винт, 4—зажимное кольцо, 5—подвижной барабан, 6—трещотка, 7—скоба

нужном положении. Обойма передвигается по линейке, на которой нанесены деления в миллиметрах. Для отсчета измерения в обойме подвижной губки имеется рамка с делениями, называемая нониусом. Нониус служит для увеличения точности измерения.

На обратной стороне штангенциркуля имеется паз, в котором движется ножка глубомера, представляющая собой узкую линейку, прикрепленную к подвижной губке. Таким образом, во время передвижения губки одновременно передвигается и глубомер.

Микрометр служит для измерения наружных размеров с точностью до 0,01 мм.

Для измерения в пределах от 0 до 25 мм, от 25 до 50 мм или от 50 до 75 мм и т. д. в зависимости от величины изделия применяют микрометры различных размеров.

Микрометр служит для наружных измерений.

Устройство микрометра показано на рис. 25. На наружной по-

верхности хвостовика микрометра проведена продольная риска с делениями, равными 1,0 и 0,5 мм для отсчета размеров. На этот хвостовик надет подвижной барабан, на конусном крае которого имеется 50 равных делений — от 0 до 50. Отсчет измерений производится следующим образом. При совпадении нуля барабана с каким-нибудь делением хвостовика отсчет будет выражаться в целых и половинах миллиметра. При совпадении деления хвостовика не с нулем, а с другим ка-

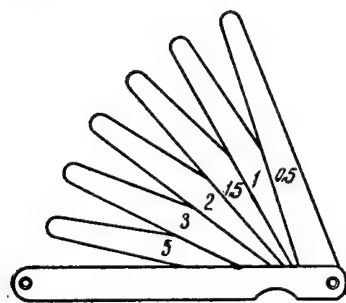


Рис. 26. Шуп

ким-либо делением барабана к показаниям на шкале хвостовика следует прибавить сотые доли миллиметра на делении барабана, совпадающем с риской на шкале.

Например, при измерении изделия прочли на шкале хвостовика 4,5 мм, с продольной риской хвостовика совместилось 28-е деление барабана. В этом случае размер детали определится так:  $4,5 + 0,28 = 4,78$  мм.

Шуп (рис. 26) применяется для определения зазора между сопрягающимися деталями. Он представляет собой набор тонких стальных пластинок определенной толщины, соединенных общим шарниром. В зависимости от назначения щупы состоят из разного количества пластинок различной толщины. На каждой пластинке щупа указана ее толщина.

В машиностроении применяются щупы с пластинками, толщины которых отличаются на 0,05 мм.

В судостроении пользуются щупами с пластинками толщиной через 0,5 мм и больше.

При определении величины зазора между соединенными деталями можно пользоваться одной пластинкой или несколькими, сложенными вместе.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких случаях применяется рубка металла?
2. Когда применяется холодная клепка?
3. Что называется закладной и замыкающей головками заклепки?
4. Какой инструмент применяется при клепке?
5. Назовите основные виды швов.
6. Что такое чеканка?
7. В каких случаях чеканятся заклепки?
8. Как производится правка листового материала?
9. Какой инструмент применяется при правке?
10. Какие виды напильников применяются при опиловке?
11. Что такое сверление? Какие виды сверл вы знаете?
12. Укажите различие между зенкованием и развертыванием.
13. Назовите измерительный инструмент, применяемый в судостроении.

## Глава II

### ОБРАБОТКА СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ

#### § 9. СТАЛЬ, ПРИМЕНЯЕМАЯ ДЛЯ ПОСТРОЙКИ КОРПУСОВ СУДОВ

Сталь представляет собой сплав железа с некоторыми химическими элементами.

По химическому составу сталь делится на два класса: углеродистую и специальную (легированную).

Главной составной частью сплава стали, кроме железа, является углерод, который содержится в ней в количестве от сотых долей процента до 1,5—1,6%.

От количества содержащегося в стали углерода зависят ее механические свойства: прочность, твердость и вязкость (тягучесть) при растяжении, изгибе и ударе, а также способность свариваться.

По назначению стали делятся на конструкционные и инструментальные. Конструкционные стали предназначены для изготовления машин и сооружений, инструментальные — для изготовления инструмента.

Для изготовления корпусов судов применяются конструкционные стали.

Углеродистые конструкционные стали изготавливаются двух видов: обыкновенные и качественные. Последние, кроме углерода, содержат от 0,35 до 1,8% марганца, благодаря чему они отличаются более высокими качествами, чем обыкновенные углеродистые стали.

Легированные стали содержат, кроме углерода, присадки (добавки) одного или нескольких химических элементов (например, хрома, никеля, вольфрама, кремния, марганца и др.). Благодаря этим присадкам легированные стали имеют значительно более высокие механические свойства, чем углеродистые стали.

Для постройки судов применяется обыкновенная углеродистая сталь по ГОСТ 5521—50, которым предусматривается выпуск стали восьми марок: Ст. 1С, Ст. 2С, Ст. 3С, Ст. 4С, Ст. 4Л (для судов ледового плавания), Ст. 4Ф (допускающая фланжировку; см. стр. 13), Ст. 5С и Ст. 5С повышенная.

Цифры при обозначениях марок стали показывают, сколько десятых долей процента углерода содержится в стали данной марки. Таким образом, в перечисленных марках стали углерода содержится от 0,1 до 0,5%.

Для судов, которые строятся на класс Регистра СССР, должна применяться сталь следующих марок: Ст. 4С, Ст. 4Л, Ст. 4Ф, Ст. 5С и Ст. 5С повышенная.

Наиболее широкое применение при постройке морских гражданских судов получили стали марок Ст. 3С и Ст. 4С, имеющие

высокую пластичность (вязкость), благодаря чему хорошо обрабатываются и гнутся в холодном состоянии и свариваются обыкновенными электродами.

Легированные стали, хотя и обладают высокими механическими свойствами, в холодном состоянии обрабатываются труднее, отличаются повышенной хрупкостью, и при электросварке их необходим более сложный технологический процесс. Стоимость их приблизительно в 1,5—2 и более раз выше обыкновенной углеродистой стали. По указанным причинам легированные стали для строительства судов гражданского флота применяются мало.

Для постройки стального корпуса судна применяются листовая, полосовая и профильная сталь, а также стальные трубы,ковки и отливки.

Листовая сталь, применяемая для постройки корпуса судна, делится на тонколистовую толщиной от 0,9 до 3,75 мм и толстолистовую толщиной от 4 до 60 мм. Ширина и длина листов зависят от их толщины, причем размеры листов изменяются через каждые 50 мм по ширине и 100 мм по длине.

Для корпуса судна рекомендуется применять листы шириной не более 2000 мм и длиной не более 10 000 мм. При использовании тонколистовой стали чаще всего применяются листы размерами 710×1420 и 1000×2000 мм. Для толстолистовой стали толщиной до 20 мм наиболее распространенными являются листы размерами 1500×6000 и 1800×8000 мм.

В составе корпуса судна листовая сталь применяется для связей: наружной обшивки, настилов палуб, платформ и второго дна, продольных и поперечных переборок, выгородок и для главного набора большой высоты, так называемого рамного, если для него не может быть применена широкополосная сталь.

Полосовая сталь изготавливается шириной от 12 до 200 мм, длиной до 9000 мм и толщиной от 4 до 60 мм.

Полосовую сталь применяют для изготовления сварных балок, преимущественно таврового и двутаврового сечения.

Для изготовления высоких балок часто применяют широкополосную сталь, которая изготавливается шириной от 200 до 1050 мм, длиной от 5 до 18 м и толщиной от 4 до 50 мм.

Профильная сталь применяется для набора и других связей корпуса. Длина профильного проката, выпускаемого металлургическими заводами, бывает в пределах от 6 до 15 м. Для сварных конструкций корпуса судна применяются стали профилей, показанных на рис. 27.

Полособульбовая сталь изготавливается от № 5 до № 27 (номер соответствует высоте профиля в сантиметрах). Этот профиль применяется обычно для изготовления продольных ребер жесткости по наружной обшивке и настилам, а также в качестве стенок в тавробульбовых балках. Полособульбовая сталь легче угловая; выполненные из нее сварные конструкции имеют достаточную прочность.



Угловая сталь равнобокая изготавливается от № 2 до № 23 (номер соответствует ширине полки в сантиметрах) и неравнобокая изготавливается от № 3/2 до № 20/15 (дробный номер соответствует ширине обеих полок угольника в сантиметрах). Угловые профили в современных сварных конструкциях корпусов морских судов применяются мало. Более широко они применяются в корпусах судов внутреннего плавания.

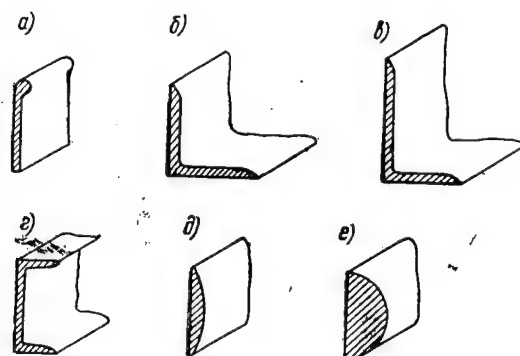


Рис. 27. Виды профильной стали:  
а—полособульбовая, б—угловая равнобокая, в—угловая неравнобокая,  
г—швеллерная или коробчатая, д—сегментная, е—полукруглая

Швеллерная или коробчатая сталь изготавливается от № 5 до № 40 (номер соответствует высоте стенки профиля в сантиметрах).

В настоящее время швеллерная сталь редко применяется для судового набора корпусов морских судов и большей частью используется для различных технологических раскреплений узлов и секций перед сваркой или при транспортировке их, а также для изготовления постелей и различных приспособлений.

В судостроении применяются также сегментный и полукруглый профили для отделки комингсов люков, фальшбортов и т. д.

Стальные трубы в составе корпуса судна применяются в ограниченном количестве, главным образом в качестве пиллерсов, поддерживающих палубы, платформы и бимсы, мачт, леерных стоек, грузовых стрел и др.

Стальные поковки и отливки, входящие в состав корпуса судна (фор- и ахтерштевни или их части, рули и рулевые рамы или их части, кронштейны и мортиры гребных валов, якорные клюзы и др. изделия), изготавливаются из обыкновенной углеродистой стали.

Более ответственные изделия, от которых требуется повышенная прочность, изготавливаются из качественной стали.

#### § 10. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБОРУДОВАНИЕ КОРПУСООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕХА

Постройка корпуса судна начинается в корпусообрабатывающем цехе. Здесь из листового и профильного материала изготавливаются детали, из которых состоит корпус судна. После разметки материал обрабатывается на станках, которыми оборудован этот цех.

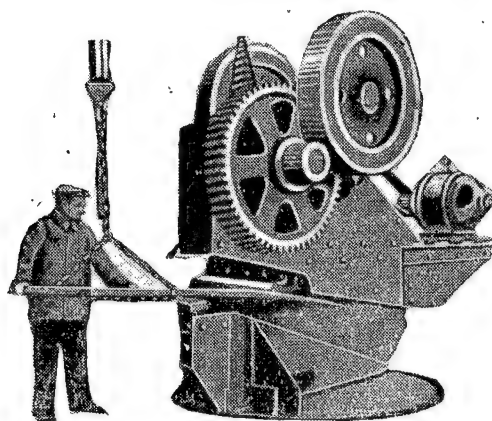


Рис. 28. Пресс-ножницы

В корпусообрабатывающем цехе имеется основное оборудование для обработки судостроительной стали.

Пресс-ножницы (рис. 28) и гильотины применяют для резки листового и профильного материала.

Гильотина представляет собой пресс-ножницы с длинными ножами, при помощи которых можно за один ход разрезать листы по прямой линии поперек

или вдоль. Станина гильотины имеет сквозной пролет, через который можно пропускать разрезаемый лист. Листы укладывают на выступающие кронштейны и на опорную плоскость станины и плотно прижимают к ней прижимами.

Для строжки кромок листов применяют кромкострогальные станки (рис. 29).

Кромкострогальный станок имеет стол, на который укладывают обрабатываемый лист. Для крепления листа имеются винтовые прижимы.

По всей длине лицевой стороны станка по направляющим станины при помощи ходового винта движется каретка с суппортом для резца.

Уложенный на стол станка лист закрепляют прижимами, приводят во вращение ходовой винт, и каретка с суппортом и укрепленным в нем резцом начинает двигаться вдоль стола, снимая стружку.

На кромкострогальном станке можно также производить фрезерование кромок специальным приспособлением.

Гибка листов производится на трехвалковых гибочных вальцах (см. рис. 12).

Фланцегибочный станок служит для отгибки у деталей кромок, называемых ф л а н ц а м и.

На правильных вальцах (см. рис. 11) производится правка неровностей листовой стали.

Гидравлические прессы (см. рис. 13) широко применяются для штамповки и гибки листов.

В настоящее время для резки металла применяется большое количество различных газорезательных автоматов и полуавтоматов.

Сверлильные станки и дыропробивные прессы в связи с внедрением электросварки (вместо клепки) имеют ограниченное применение.

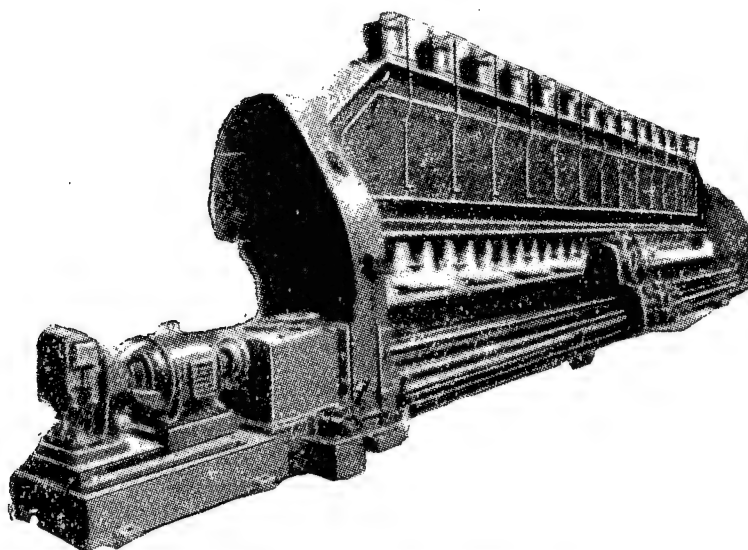


Рис. 29. Кромкострогальный станок.

Расстановка станочного и прочего оборудования в пролетах цеха производится с учетом специализации этих пролетов и поточного движения материала при его обработке. Для этого оборудование располагается в соответствии с последовательностью операций при обработке деталей, согласно технологическому процессу. Детали двигаются от станка к станку прямолинейно, без возвратных и поперечных движений, т. е. кратчайшим путем.

Каждый пролет цеха имеет мостовые краны для передачи деталей от станка к станку.

Схематическая планировка корпусообрабатывающего цеха и размещение в нем оборудования показаны на рис. 30.

Для обработки большого количества деталей, входящих в состав корпуса судна, корпусообрабатывающий цех имеет: плаз, склады стали и специализированные участки—разметки, холодной обработки, горячей обработки и газовой резки металла.

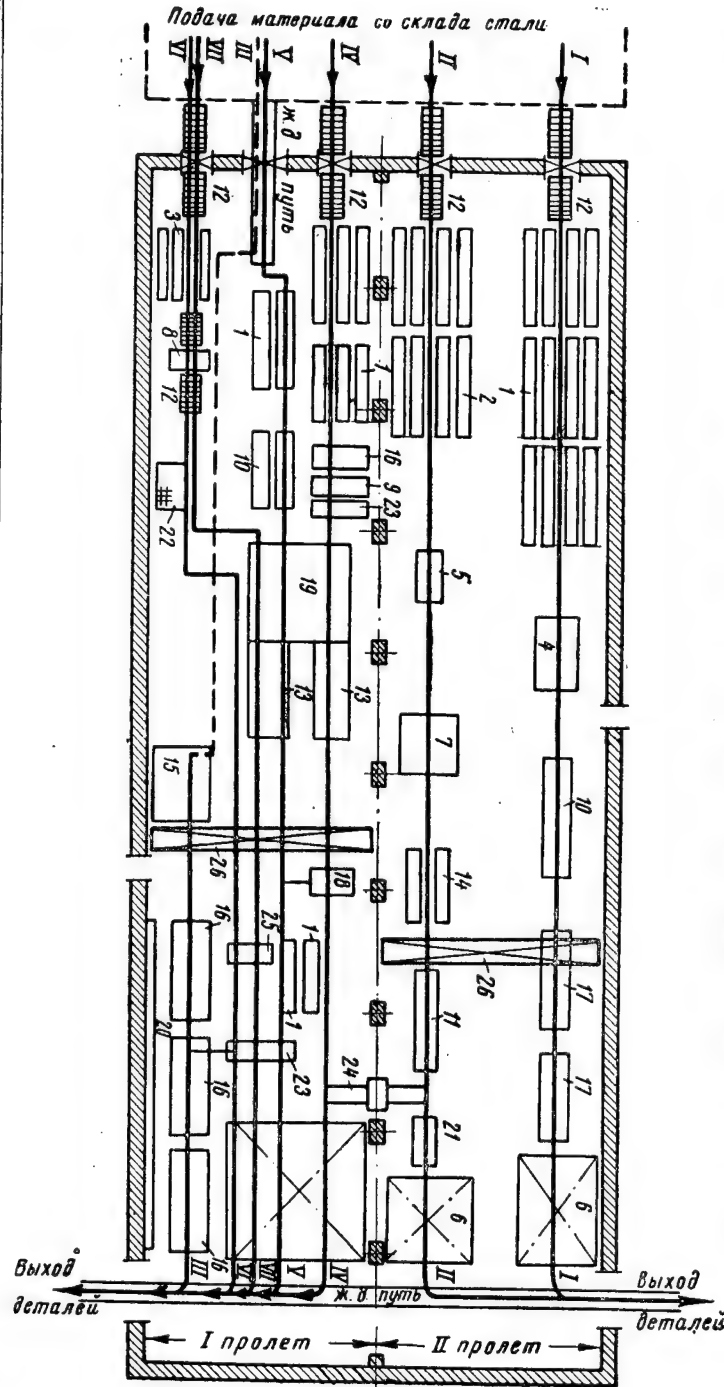


Рис. 30. Схематическая планировка корпусообработывающего цеха:

1, 2, 3—разметочные столы, 4 и 5—гильотины, 6—комплектационные площадки, 7—пресс-ножицы, 8—пресс для резки профиля, 9—стола для ручной газорезки, 10 и 11—строгальные станки, 12—рольганги, 13—нагревательные печи, 14—сверлильный станок, 15—стеллаж для металла III линии, 16—газорезательные машины, 17—гибочные вальцы, 18—гидравлический пресс, 19—плиты для горячей гибки, 20—место для хранения копиров, 21—фланцевый станок, 22—плита для ручной правки, 23—стол для зачистки кромок и газорезки, 24—правильные вальцы, 25—пресс для гибки и правки металла, 26—мостовые краны

### § 11. ПЛАЗ И ЕГО НАЗНАЧЕНИЕ

Для уменьшения сопротивления воды при движении судна его корпусу придают плавные, но сложные по форме очертания (обводы).

Представление о форме обводов корпуса судна можно получить по теоретическому чертежу.

Для того чтобы получить правильное изображение формы корпуса судна в целом и любой его части и иметь возможность определить размеры отдельных конструкций и деталей его, не указанных в рабочих чертежах, перед началом постройки судна вычерчивают его теоретический чертеж в натуральную величину на плазе (рис. 31). Это вычерчивание называется в судостроении разбивкой теоретического чертежа на плазе.

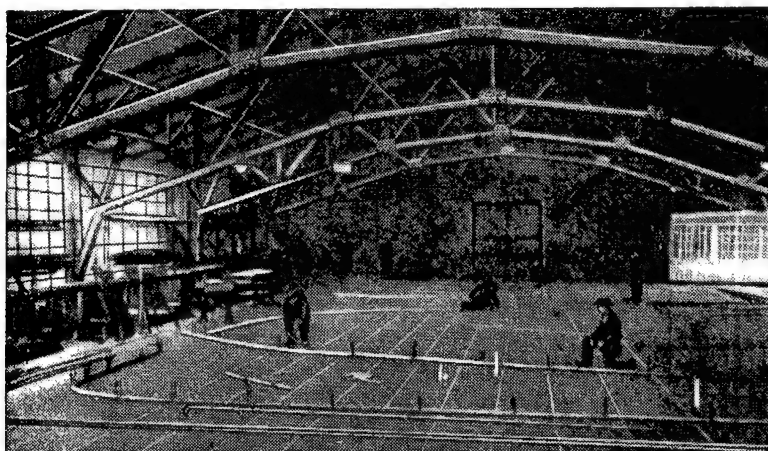


Рис. 31. Общий вид плаза

Плаз связан с участком разметки цеха; на плазе готовят необходимые для разметки деталей корпуса судна рейки, шаблоны, эскизы, макеты и т. д. и изготавливают специальные гибочные шаблоны и каркасы для гнутья деталей.

На плазе производят все развертки листов сложной погиби и связанные с этим геометрические построения, а также изготавливают различные модели (например, кронштейнов и мортир гребного вала).

На плазе готовят также различные шаблоны для изготовления секций в сборочно-сварочном цехе. При проверке правильности сборки узлов и секций и корпуса судна в целом в сборочно-сварочном и стапельном цехах также пользуются плазовой разбивкой.

Таким образом, проверка правильности сборки корпуса судна на всех стадиях его постройки производится при помощи данных, получаемых с плаза.

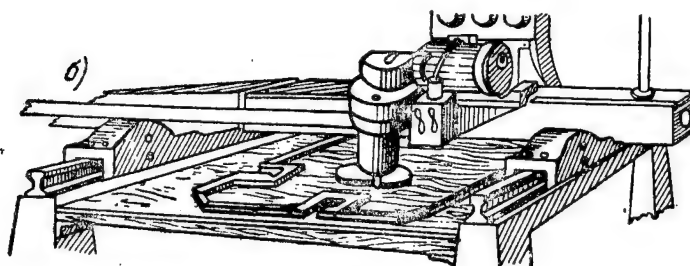
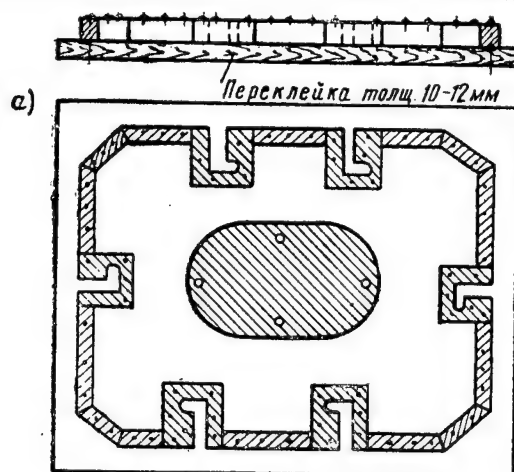


Рис. 32. Копирный щит:  
а—щит в-сборе, б—щит, установленный на газорезательной машине

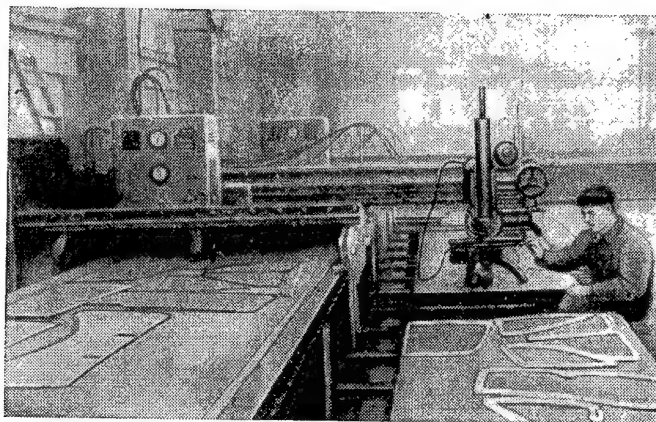


Рис. 33. Резка газорезательным автоматом по копирным щитам



При плазе имеется склад шаблонов, реек, моделей и пр., которые хранятся в определенном порядке. Здесь же ведется учет их и в случае необходимости производится проверка и ремонт.

#### § 12. СКЛАД СТАЛИ

Для хранения листового и профильного материала около корпусообрабатывающего цеха устраивают склад стали. Поступающую на завод сталь для постройки корпуса судна разгружают и раскладывают в металлические или деревянные стеллажи. Весь материал сортируют по маркам, профилям, толщине и другим признакам. Листовой и профильный материал раскладывают отдельно.

На стеллажах имеются таблицы с наименованием и размерами находящегося в них материала.

Склад стали имеет крановое оборудование для разгрузки стали, поступающей на завод, и подачи ее в цех на обработку. Чаще всего здесь применяют мостовые краны.

Перед подачей со склада на разметку листовая сталь подвергается правке, если она имеет бухтины и неровности.

Для правки стали на складе устанавливают правильные вальцы (см. рис. 11).

#### § 13. УЧАСТОК РАЗМЕТКИ

Перед обработкой листовой и профильный материал подвергается разметке.

Разметкой называется нанесение на подлежащий обработке материал линий и знаков, указывающих границы и характер обработки.

Разметка производится по данным плаза и рабочим чертежам.

Участок разметки находится в начале корпусообрабатывающего цеха. Он оборудован рольгангами, по которым подается материал со склада стали, и специальными столами для разметки листа и профиля.

В связи с применением подетальной технологии большая часть материала размечается по размерам, указанным в маршрутных технологических картах, о которых подробнее будет сказано ниже.

При применении автоматической газовой резки часть листовой стали не размечают и вырезку деталей производят по специальным копирным щитам, или копирам (рис. 32). Копирные щиты представляют собой изготовленные по данным с плаза или по чертежам шаблоны, имеющие точные формы и размеры вырезаемых деталей. При помощи этих копирных щитов на газорезательных машинах-автоматах (рис. 33) вырезают детали с кривыми очертаниями.

Все размеченные детали обязательно проходят контрольную проверку и маркируются, после чего поступают на обработку в соответствующие пролеты корпусообрабатывающего цеха.

#### § 14. УЧАСТОК ХОЛОДНОЙ ОБРАБОТКИ

На этом участке производится холодная обработка стали на станках. Обычно после разметки материал поступает для резки на пресс-ножницах или гильотине, а затем для строжки кромок и фасок на кромкострогальных станках (см. рис. 29). Далее в случае необходимости производится гибка листов на трехвалковых гибочных вальцах (см. рис. 12).

Обработка листового материала, не подвергающегося гибке, может иногда заканчиваться отгибкой кромок (фланцев) на фланцегибочном станке.

Для прямых листов последней операцией является правка их на специальных правильных вальцах (см. рис. 11).

Вместо резки большого количества одинаковых мелких деталей в настоящее время применяется штамповка их на прессах.

Названные выше станки расположены на участке холодной обработки один за другим по прямой линии, согласно технологической последовательности операций обработки. Благодаря этому детали при обработке передвигаются от станка к станку прямолинейно, кратчайшим путем, по потоку.

Для обработки профильного материала на участке холодной обработки имеются специальные комбинированные прессы, на которых можно обрезать, согнуть по радиусу и выправить неровные детали (см. рис. 10).

Для правки мелких деталей установлены небольшие плиты, на которых правка производится ручным способом.

Участки холодной обработки бывают иногда оборудованы большими гидравлическими прессами (см. рис. 13), на которых производится гибка без нагрева листов сложной кривизны специальными универсальными штампами (см. рис. 14).

Отверстия в деталях корпуса судна сверлят на радиально-сверлильном станке (см. рис. 20).

На крупных предприятиях, строящих суда сериями, операции резки металла, строжки кромок и фасок производятся на высокопроизводительных автоматах для машинной газовой резки.

Вследствие широкого применения в настоящее время мощных гидравлических прессов, штамповки и газорезки такие станки, как пресс-ножницы, гильотины и строгальные станки, выходят из употребления.

#### § 15. УЧАСТОК ГОРЯЧЕЙ ОБРАБОТКИ

При сварной конструкции корпуса судна можно избежать сложной гибки листов наружной обшивки в оконечностях судна путем уменьшения размеров листов и введения дополнительных сварных стыков, благодаря чему уменьшается количество листов, требующих горячей гибки. Кроме того, горячая гибка на плитах в

настоящее время заменяется холодной гибкой на больших прес-сах. Вручную на плитах по каркасам и постелям обрабатывают сейчас очень небольшое количество листов со сложной погибью. Вследствие этого роль участка горячей обработки металла значительно уменьшилась.

Большие нагревательные печи участка горячей обработки и плиты перед ними используют главным образом для отжига сварных и литых конструкций корпуса судна и правки с нагревом деталей.

#### § 16. УЧАСТОК МАШИННОЙ ГАЗОВОЙ РЕЗКИ

В настоящее время в корпусообрабатывающих цехах получила широкое применение машинная газовая резка.

Газовая резка основана на свойстве металлов сгорать в кислороде. Процесс газовой резки происходит следующим образом (рис. 34). Подлежащий резке металл подвергается сильному нагреву до температуры воспламенения в чистом кислороде, примерно до  $1050^{\circ}\text{C}$ . Для нагрева металла применяется смесь кислорода и газа (обычно—ацетилена), поступающая по кольцевому каналу режущего мундштука горелки. Затем на нагретую поверхность металла направляют струю чистого кислорода, выходящего из сопла мундштука со значительной скоростью.

Нагретые слои металла воспламеняются и сгорают в струе кислорода. Тепло, выделяющееся при сгорании металла, нагревает нижележащий слой его, который также воспламеняется и сгорает. Удаление образовавшихся окислов (шлаков) производится также струей кислорода.

Таким образом, процесс газовой резки протекает в следующей последовательности: сначала металл подогревают до температуры воспламенения, затем происходит горение металла и, наконец, удаляют окислы (шлаки) путем выдувания их струей кислорода.

Газовая резка производится специальным газорезательным прибором, который предназначен для смешивания горючего газа с кислородом, образования пламени и подачи к месту реза струи чистого кислорода.

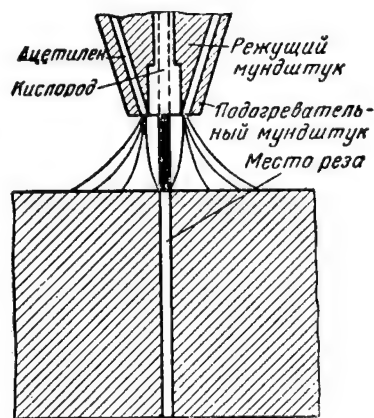


Рис. 34. Схема процесса газовой резки

Режущие приборы бывают ручные и механические. Ручной прибор называется резак, механический — газорезательной машиной.

Резак состоит из двух частей: одна часть служит для подачи и смешивания горючего с кислородом и образования пламени, вторая часть — для подачи кислорода. Резак, таким образом, имеет два мундштука — наружный и внутренний, которые расположены концентрично. Каждый резак имеет набор сменных мундштуков для резки металла различной толщины.

Существует несколько конструкций резаков. Наиболее распространенным при работе ацетилено-кислородным пламенем является универсальный резак типа УР-49.

Резка вручную не дает чистого разреза, так как резак, передвигаемый от руки, движется с неравномерной скоростью и не точно по намеченной линии.

Для получения точного и чистого разреза необходимо сообщить резаку движение при помощи механизма, причем скорость движения должна регулироваться в зависимости от толщины металла.

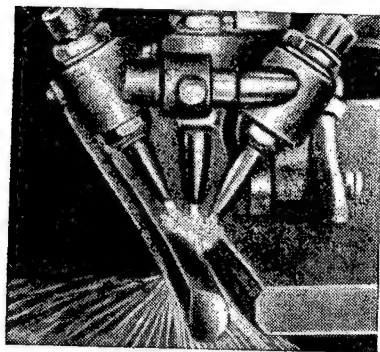


Рис. 35. Обрезка кромки листа и образование двусторонней фаски блоком горелок

С этой целью для газовой резки применяют машины двух типов: автоматические и полуавтоматические. В первых передвижение и направление резака производятся механизмами, во вторых — передвижение резака производится электрическим двигателем, а направление его по линии реза — вручную.

При резке листов на пресс-ножницах и гильотине обычно не получают ровные кромки и прямой угол, особенно у деталей, длина которых больше длины ножей прессов. После такой резки кромки листов обязательно должны подвергаться строжке.

При машинной газовой резке получают совершенно ровные кромки, причем одновременно с резкой можно подготовить кромки к сварке (рис. 35). Благодаря высокому качеству реза здесь, таким образом, не требуется последующей механической обработки кромок на строгальном станке.

Кроме того, машинная газовая резка имеет еще следующие преимущества перед резкой листов на пресс-ножницах и гильотинах:

- 1) возможность резки деталей любой кривизны по копиру, без разметки;
- 2) точность реза (прямолинейность и вертикальность кромок по отношению к плоскости листа);

- 3) возможность резки материала больших толщин (100 мм и более);
- 4) возможность одновременной резки одинаковых деталей по шаблону или копиру пакетом (рис. 36);
- 5) уменьшение количества отходов металла благодаря точному резу и рациональному раскрою;
- 6) высокая производительность.

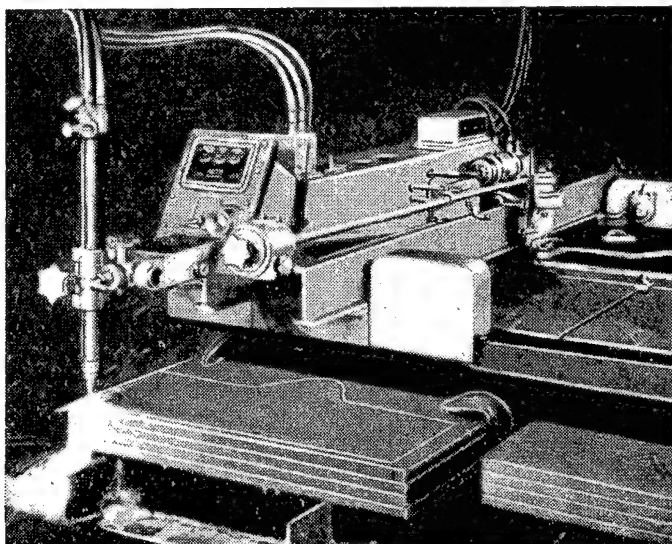


Рис. 36. Пакетная резка деталей

На отечественных судостроительных заводах получили широкое применение газорезательные машины следующих типов:

- 1) стационарные автоматы типов 4РА, 6РА и др. (рис. 37) для резки деталей любой формы;
- 2) переносные полуавтоматы типов 2РА и 8РА (рис. 38) для резки по прямым и по несложным кривым линиям и окружностям; эти машины имеют небольшой вес и удобны тем, что их можно переносить к обрабатываемым деталям.

Кроме того, применяются специальные газорезательные машины типа 13РА для вырезки отверстий для иллюминаторов и др.

Из указанных газорезательных машин самыми производительными являются стационарные газорезательные автоматы и переносные полуавтоматы типа 2РА. Стационарные газорезательные автоматы служат для резки стали толщиной от 4 до 300 мм.

Применяя эти машины, можно:

- 1) выполнять автоматическую резку детали любой формы с помощью металлического или комбинированного шаблона;

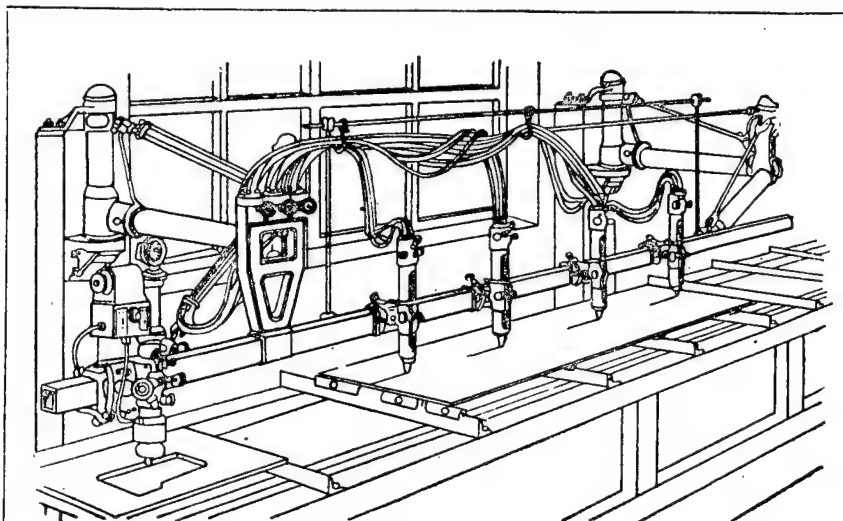


Рис. 37. Стационарный газорезательный автомат

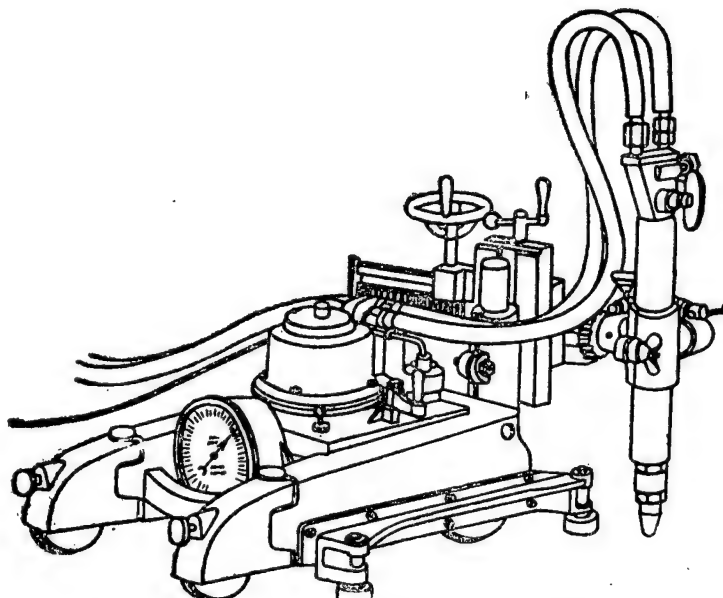


Рис. 38. Переносный газорезательный полуавтомат



2) выполнять автоматическую резку по прямым линиям при помощи металлических линеек;

3) автоматически снимать фаски под сварку.

Эти машины могут вырезать из листовой стали заготовки и детали следующих размеров:

1) длиной, равной длине продольного хода машины;

2) шириной до 1500 мм;

3) диаметром от 15 до 1500 мм.

Заготовки могут иметь любую форму с минимальным радиусом кривизны 6 м.

Машины могут быть использованы для самых разнообразных работ. Особенно эффективно применение их при серийном производстве.

Переносный газорезательный полуавтомат типа 2РА предназначен для резки стали толщиной от 5 до 100 мм.

Резку при помощи этого полуавтомата можно производить следующими способами:

1) автоматически — по рельсовому прямолинейному пути неограниченной длины;

2) по копиру при помощи приспособления и с направлением от руки;

3) при помощи циркульного приспособления.

Машина 2РА оборудована всеми устройствами, необходимыми для одновременной работы тремя резаками.

Машина может вырезать из листовой стали заготовки следующих размеров:

1) прямолинейные полосы шириной до 600 мм неограниченной длины;

2) круги диаметром от 300 до 1500 мм и кольца шириной до 600 мм;

3) полосы криволинейной формы с большими радиусами кривизны.

При однолинейных резах можно скашивать кромки под сварку.

Копиры, необходимые для автоматической резки деталей без разметки, бывают:

1) сплошные металлические толщиной 6—10 мм, применяемые при массовом изготовлении одинаковых деталей;

2) комбинированные, т. е. наборные из металлических прутков с отдельными металлическими вставками для образования вырезов в деталях (см. рис. 32);

3) наборные из металлических прутков сечением 10×10 мм, которые прикрепляются к металлическому или фанерному основанию.

Для резки по стальному копиру механическую головку снимают и заменяют головкой с электромагнитным роликом. Сила прижатия головки к копиру равна 6—8 кг.

После резки все детали обязательно маркируют, при необходимости зачищают кромки от шлака, после чего часть деталей пра-

вят на вальцах. Последней операцией является гибка фланцев, если это требуется по технологии, и только после этого деталь считается окончательно обработанной.

Внедрение в производство газорезательных машин дало возможность выполнять одновременную резку деталей из листов, уложенных один на другой в пакет, так называемую пакетную резку (см. рис. 36), которая значительно повышает производительность труда.

Толщина пакета может быть равна 100 мм и более. Листы пакета должны иметь чистые, ровные поверхности и должны быть плотно сжаты между собой специальными приспособлениями.

#### § 17. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СУДОВОГО КОРПУСА

Все детали корпуса судна, проходящие обработку, можно разделить на две группы: 1) детали, изготавливаемые из листовой стали, и 2) детали, изготавливаемые из профильной стали. Детали каждой группы могут проходить два вида обработки — холодную и горячую.

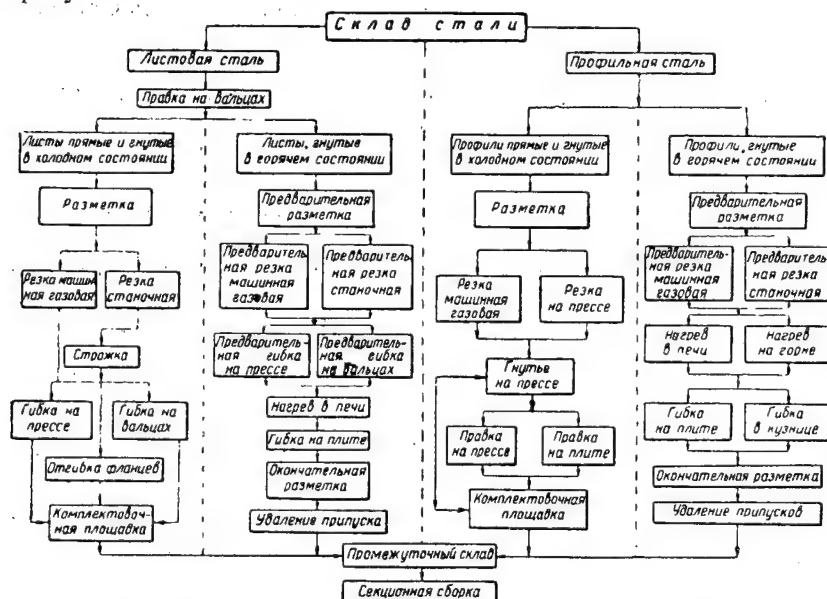


Рис. 39. Схема технологической последовательности обработки деталей из корпусной стали

Технологическая последовательность обработки деталей из корпусной стали по группам показана на рис. 39. Для соблюдения такого порядка операций при обработке станки и рабочие места должны быть расположены в той же последовательности.

Соблюдая такую технологическую последовательность, можно обеспечить прямолинейное движение деталей по потоку при обработке.

Для обеспечения поточности все детали корпуса судна группируются по характеру и последовательности обработки применительно к созданным линиям потока.

В табл. 2 показана такая группировка деталей, их эскизы, приведены все операции обработки в технологической последовательности с указанием соответствующего оборудования, а также специализация пролетов по линиям потока.

В одном пролете обрабатывается листовая сталь, а в другом — профильная.

Из склада стали материал подается в пролеты по рольгангам на участок разметки, а оттуда — на обработку. Оборудование установлено так, что детали движутся от станка к станку прямолинейно.

Для поточной обработки материала разрабатывается так называемая подетальная маршрутная технология, предусматривающая прохождение деталей при обработке по линиям потока.

Для каждой детали составляется отдельная маршрутная технологическая карточка с рабочим эскизом-чертежом и со всеми дополнительными размерами с плаза (табл. 3). На этой карточке обозначены все операции обработки, которые проходит деталь.

Станкам и рабочим местам в пролетах присвоены порядковые номера, а операции обработки имеют буквенные обозначения. Кроме этого, для каждой операции обработки на карточке приводится норма времени и маршрут, т. е. указывается путь движения детали по цеху при обработке.

Все карточки объединяются по группам в отдельные рабочие альбомы для каждой секции корпуса судна. Альбомы таких маршрутных карточек выпускаются по видам обработки, например: по разметке (для каждого материала определенной толщины — отдельный альбом с картами раскроя), гибке, строжке, правке и резке (отдельно — для газовой резки и станочной).

По этим альбому производится разметка и обработка деталей по семи поточным линиям, расположенным в двух пролетах цеха (см. рис. 30).

В первом пролете размещены следующие линии: обработки профильного материала (линии VI и VII), деталей, требующих обработки на горячей плите (линия V), и газорезки (линии III и IV).




Во втором пролете расположены линии для холодной обработки листовой стали (линии I и II).



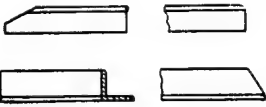

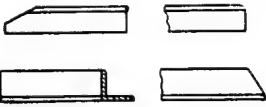

Такая специализация пролетов дает возможность выполнять многие однотипные операции смежных поточных линий на общем для них технологическом оборудовании, без передачи деталей в другой пролет.

54

Таблица 2

## Группировка деталей по технологическим потокам

№ линии	Характеристика линий и деталей	Эскизы деталей	Операции обработки	Шифр операции обработки	Оборудование	Шифр станка или рабочего места
I	Обработка деталей больших габаритов из листового материала с прямыми кромками и с цилиндрической погибью (листы наружной обшивки, палуб и т. д.)		Разработка реек Разметка Резка Строжка кромок Гибка	а б в д е	Плаз Разметочный стол Гильотина Строгальный станок Гибочные вальцы	1 2 5 12 19
II	Обработка малотабаритных деталей из листового материала с прямыми кромками (кницы, полосы и т. д.)		Разработка реек и шаблонов Разметка Резка кромок Резка усов Правка Гибка	а б в в т р	Плаз Разметочный стол Гильотина Пресс-ножницы Правильные вальцы Фланцевгибочный станок	1 3 6 8 33 30
III	Обработка деталей из листового материала с лекальными кромками большой кривизны и с вырезами (флоры, листы поперечных переборок и т. д.)		Изготовление копиров Резка Зачистка деталей после резки Правка	а г у т	Плаз Газорезательная машина Стол для зачистки Правильные вальцы	1 18 32 33

IV	Обработка разных мелких деталей из толстого листового материала с прямыми кромками и с фаской (бракетты, наварыши, фланцы и т. д.)		Разработка реек и шаблонов	а	Плаз	1
			Разметка	б	Разметочный стол	2
V	Обработка деталей из листового материала со сложной погибью по каркасам (листы выкружек двойкой кривизны, патрубки и т. д.)		Резка	г	Газорезательная машина	18
			Резка	г	Ручной газовый резак	11
			Зачистка деталей после резки	у	Стол для зачистки	32
			Правка	т	Плита для гибки	24
VI	Обработка деталей из профильного материала без гибки (ребра жесткости, угольники и т. д.)		Изготовление шаблонов и каркасов	а	Плаз	1
			Предварительная разметка	б	Разметочный стол	2
			Резка	г	Газорезательная машина	18
			Гибка	з	Плита для гибки	24
			Гибка	ж	Пресс	23
VII	Обработка деталей из профильного материала с горячей или холодной гибкой (ребра жесткости, угольники и т. д.)		Разметка и контуровка	б	Разметочный стол	2
			Разметка	а	Плаз	1
VI	Обработка деталей из профильного материала без гибки (ребра жесткости, угольники и т. д.)		Разметка	б	Разметочный стол	4
			Резка	в	Профильный пресс	9
			Правка	т	Плита для правки	31
			Правка	х	Плита для правки и гибки	37
			Изготовление шаблонов	а	Плаз	1
VII	Обработка деталей из профильного материала с горячей или холодной гибкой (ребра жесткости, угольники и т. д.)		Предварительная разметка	б	Разметочный стол	4
			Резка	в	Профильный пресс	9
			Гибка	з	Плита для гибки	24
			Гибка	х	Пресс для гибки и правки	37
			Разметка и контуровка	б	Разметочный стол	2

Технологическая последовательность движения деталей по указанным поточным линиям ясна из схемы расположения потоков (см. рис. 30).

Готовые обработанные детали, кроме общего технического контроля, проходят также весовой контроль, т. е. их взвешивают. Фактический вес заносят в книгу, называемую *весовым журналом*. Если деталь имеет больший вес, чем указано в чертежах (т. е. больше теоретического веса) то выясняют причины этого расхождения.

#### § 18. КЛЕЙМЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Все обработанные и проверенные детали до отправки на промежуточный склад подвергаются клеймению.

Клеймение сводится к нанесению на деталь или изделие (реже — на прикрепленную к ней табличку) условного знака, свидетельствующего о годности их. Клеймо указывает, что детали или изделия проверены, приняты, соответствуют размерам, указанным в чертежах, и техническим условиям и могут быть использованы.

В судостроении клейма ставят дважды: после приемки детали из разметки и после окончательной обработки ее. Каждый контрольный мастер или приемщик отдела технического контроля завода имеет свое клеймо, закрепленное за ним. Клеймо набивают кернами в районе маркировки детали на видном месте и обводят краской.

#### § 19. ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ СКЛАД ОБРАБОТАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Для хранения обработанных деталей, имеющих клейма, организуется промежуточный склад. Здесь детали расположены на специальных стеллажах, имеющих таблички с указанием номеров деталей, узлов, секций и чертежей, по которым они изготовлены.

На промежуточном складе производится учет поступающих деталей и выдача их для сборки по требованиям. Этот склад обычно расположен вблизи корпусообрабатывающего цеха, имеет крановое оборудование и подъездные железнодорожные пути для перевозки деталей в сборочно-сварочный цех.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое сталь и на какие классы делится сталь по химическому составу?
2. Как разделяются стали по назначению?
3. Какие бывают углеродистые стали?
4. По какому ГОСТ изготавливается сталь для гражданских судов? Какие марки стали предусмотрены ГОСТ? Какие марки чаще всего применяются?
5. Какие марки стали применяются для постройки судов на класс Регистра СССР?
6. Какая листовая и полосовая сталь применяется для постройки корпусов судов?
7. Какая профильная сталь применяется для постройки корпусов сварных судов? Что означает номер профильной стали?



Маршрутная технологическая карточка

Таблица 3

	Заказ №	Технический комплект №		Секция № 9		
	Наименование лист Н. О.			Общий вес		
	Чертеж № Ж22-06	Дет. № 8 и 48	Количество—2	теоретический		
	Линия обработки № 1			Маршрут а, б, в, д, е		
	Заготовка					
	Марка материала	Условная марка	Размер заготовки	Количество	Общий вес	
Ст. 3						
№ судов		№ плавки	Приемка ОТК		Приемка склада	

Наименование операции		Плаз		Разметка		Резка		Стро- гание	Холодная гибка			Горячая гибка		Мал- ковка	Выколка		Штам- повка	Свер- ление	Заруб- ка	Правка			В бимсоги- бочном		Пневма- тиче- ская	Запи- ловка	Взве- шивание	
		рейки- шабло- ны	эскиз	предва- ритель- ная	оконча- тельная	станоч- ная	газовая		гибка фланцев	в валь- цах	на прессе	на плите	в куз- нице		станоч- ная	деталей				горло- вин	форм	станоч- ная	в валь- цах	на плите				правка
								а						а			б	б	в						г	д	р-ф	
Трудоемкость	Шифр	Оборудование	1			2	5		12		19																	
	Оснастка																											
	Разряд работ																											
	Норма					2,5	0,5		0,45		1,25																	
	Расценка																											

Составил.....

(подпись)

Нормировал.....

Утвердил.....

Плановик.....

(подпись)

8. Каково назначение корпусообрабатывающего цеха?
9. Какие участки имеются в цехе?
10. Расскажите о назначении плаза.
11. Назовите станки участка холодной обработки.
12. Какие типы газорезательных машин применяются для вырезки деталей?
13. В каком порядке должны быть расставлены станки для обработки деталей?
14. В чем заключается поточный метод обработки деталей судового корпуса?
15. Для чего предназначаются копир-шаблоны?
16. В чем заключается пакетная резка деталей?
17. Укажите последовательность обработки деталей из прямых листов.
18. Какие операции обработки и в какой последовательности проходит профильный материал?
19. Что такое клеймение обработанных деталей и для чего оно производится?
20. Расскажите о назначении промежуточного склада.

### *Глава III*

## **ЭЛЕКТРОСВАРКА В СУДОСТРОЕНИИ**

### **§ 20. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВАРКЕ МЕТАЛЛОВ**

Сваркой называется процесс получения неразъемного соединения металлических деталей путем местного нагрева их до пластичного состояния с применением давления или до расплавленного капельно-жидкого состояния без применения давления, т. е. сжатия свариваемых деталей.

Для сварки металлические детали можно нагревать в специальных печах, называемых горнами, до тестообразного состояния, после чего соединять их между собой ударами молотов или сжатием в сварочных машинах. Такой процесс соединения металлов называется кузнечной сваркой.

Металлические детали можно соединять, нагревая их газами до температуры плавления. Для этого применяют главным образом ацетилен и кислород, сжигаемые в специальной горелке с образованием пламени высокой температуры. После остывания расплавленные металлы оказываются прочно соединенными. Такой процесс сварки называется газовой сваркой.

Электрический ток, проходя через металлы, нагревает их и может довести до мягкого тестообразного состояния. Размягченные места сваривают путем сжатия. Такой процесс соединения металлов называется контактной электрической сваркой.

Можно также довести металлы электрическим током до жидкого расплавленного состояния, используя для этого высокую температуру электрической дуги, образующейся при известных условиях между двумя проводниками тока. Расплавленные металлы после остывания дают прочное соединение. Такой процесс сварки металлов называется дуговой электросваркой.

Метод дуговой электросварки металлов практически осуществили в конце прошлого века русские инженеры Н. Н. Бенардос и Н. Г. Славянов.

Из двух видов электрической сварки—дуговой и контактной—наибольшее применение в судостроении получил первый, т. е. дуговая электрическая сварка, обычно называемая электросваркой. В настоящее время электросварка получила широкое распространение в промышленности.

Кроме обыкновенной углеродистой стали, дуговой электросваркой можно сваривать легированные и качественные стали разных марок, чугун и цветные металлы: красную медь, латунь, бронзу и алюминий.

Можно производить электрорезку стали, а также сварку и резку под водой специальными приборами.

Электросварка имеет ряд преимуществ перед другими видами сварки и клепкой и в настоящее время почти полностью их вытеснила. Прочность электросварных соединений выше, чем соединений, получаемых при применении других видов сварки или клепки.

При сварке достигается большая экономия металла, так как при этом нет необходимости применять соединительные элементы—заклепки, стыковые планки, угольники, что приводит к значительному уменьшению веса сварных конструкций по сравнению с весом клепаных.

На рис. 40 показаны типовые соединения, применяемые в судостроении. Из рисунка видно, какую большую экономию металла дает электросварка по сравнению с клепкой; эта экономия достигает 30% веса клепаной конструкции.

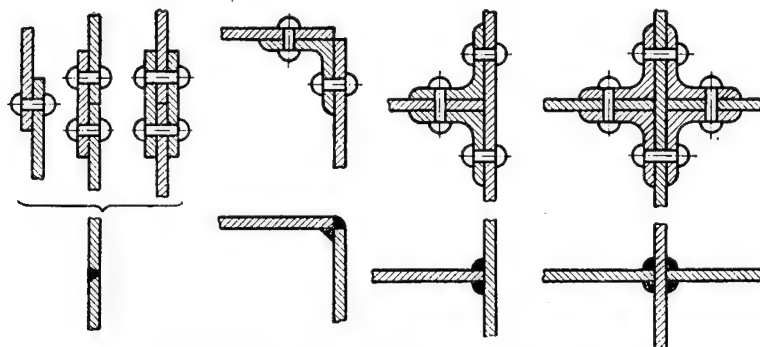


Рис. 40. Клепанные и сварные конструкции

Например, вес сварного корпуса речного буксирного парохода мощностью 150 л. с., строившегося одним из отечественных заводов составлял 32,4 т, а клепаного—42,6 т. Таким образом сварной корпус оказался на 24,3% легче клепаного. Вес сварного корпуса морской баржи составлял 74,4 т, а клепаного—104 т. Таким образом, вес сварного корпуса меньше веса клепаного на 28,5%. В среднем эта экономия составляет 20—25%.

Сварка приводит также к ускорению производственного процесса, так как при ее применении не выполняется ряд операций, необходимых при клепке: разметка отверстий для заклепок, сверление и зенкование отверстий, собственно клепка и чеканка швов. Вследствие этого процесс сварки происходит значительно быстрее, чем процесс клепки, а это приводит к экономии времени и рабочей силы. Благодаря этим преимуществам электросварки стоимость изготовления сварного корпуса судна уменьшается в среднем на 30 %.

Вследствие этого электросварка получила особенно широкое применение при постройке судов. В настоящее время она является основным технологическим процессом в судостроении.

Применение электросварки дало возможность широко использовать предварительную секционную сборку и сварку судовых конструкций, из которых собирается и сваривается корпус судна на стапеле. Благодаря этому, а также общему уменьшению объема работ и ускорению их по сравнению с клепкой продолжительность пребывания судна на стапеле значительно сокращается, что дает возможность увеличить пропускную способность стапеля, т. е. построить на нем большее количество судов.

Электросварное судно имеет большую водонепроницаемость, чем клепаное.

Электросварные швы более прочны, чем клепаные, ослабленные отверстиями для заклепок.

У электросварного судна наружная поверхность получается более гладкой, чем у клепаного, благодаря чему уменьшается сопротивление воды движению судна, что увеличивает скорость хода и сокращает расход топлива.

Благодаря высокому качеству и большой экономичности электросварных соединений по сравнению с клепаными наша судостроительная промышленность полностью перешла на постройку корпусов судов цельносварной конструкции.

## **§ 21. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТОКЕ**

Для расплавления металлов при дуговой электросварке используется тепло, развиваемое электрическим током при прохождении его через проводники.

Электрический ток бывает двух видов: постоянный и переменный.

Постоянным током называется такой электрический ток, который течет по проводнику все время в одном и том же направлении и имеет постоянную величину.

Переменным током называется такой электрический ток, напряжение и величина которого через равные промежутки времени изменяются. Такой ток увеличивается от нуля до некоторой величины, а затем уменьшается опять до нуля.

Промежуток времени, в течение которого ток дважды меняет

свое направление и величину, называется периодом. Число периодов в секунду называется частотой тока. Обычно переменный ток имеет частоту 50 периодов в секунду. Это означает, что у переменного тока напряжение, величина и направление изменяются 100 раз в секунду.

Чем большее количество электричества проходит по проводнику в единицу времени, например в секунду, тем скорее и сильнее он нагревается.

Величиной электрического тока называется то количество электричества, которое протекает в одну секунду через поперечное сечение проводника.

Ток измеряется в условных единицах, называемых амперами (сокращенно обозначаются *a*), специальным прибором, который называется амперметром.

Все тела делятся на проводники и непроводники тока. Через первые ток проходит хорошо, с малым сопротивлением; к ним относятся главным образом металлы, из которых лучшими проводниками являются медь и алюминий.

К непроводникам относятся: фарфор, стекло, резина, эбонит и другие материалы. Вследствие этого они применяются в качестве изоляторов, препятствующих прохождению электрического тока.

Атмосферный воздух в обычном состоянии также является плохим проводником электрического тока, но очень тонкий слой воздуха, нагретого до высокой температуры, становится проводником. Этим свойством воздуха пользуются при дуговой электросварке. Протекая по проводнику, ток встречает некоторое сопротивление, которое зависит от материала проводника и его размеров — длины и поперечного сечения. Сопротивление прохождению тока тем больше, чем длиннее проводник и меньше его поперечное сечение.

Сопротивление проводников прохождению тока измеряется в условных единицах, называемых омами, посредством специальных приборов, которые называются омметрами.

Ток, проходящий по проводнику, имеет некоторое напряжение, которое в различных точках проводника бывает разным; как говорят в электротехнике, проводник имеет разность потенциалов. Разность потенциалов в проводнике — непременное условие прохождения через него тока, преодолевающего оказываемое ему сопротивление. Ток проходит от более высокого потенциала к более низкому.

Напряжение тока измеряется в условных единицах, называемых вольтами (сокращенно *v*).

Приборы или машины, которые возбуждают в проводнике электрический ток определенного напряжения, называются источниками тока, или генераторами, а приборы, в которых этот электрический ток используется — приемниками тока.

Генератор тока имеет два полюса: положительный (+) и отрицательный (—), оканчивающиеся зажимами.

Установка, состоящая из источника тока, т. е. генератора, приемника тока и связывающих их проводников, называется электрической цепью.

Если источник тока, приемник тока и проводники плотно соединены между собой, то говорят, что электрическая цепь замкнута; через такую цепь при работе генератора будет непрерывно проходить ток. Если же электрическая цепь не замкнута, т. е. элементы ее не соединены между собой, то говорят, что цепь разомкнута; через нее ток проходить не будет, так как воздух, разъединяющий части цепи, является изолятором, т. е. непроводником тока.

## § 22. СУЩНОСТЬ ЭЛЕКТРОСВАРКИ

При электросварке свариваемый металл включается в электрическую цепь.

Если постепенно сближать концы проводников разомкнутой электрической цепи, находящейся под напряжением, то при каком-то наименьшем расстоянии между ними возникнет электрический разряд и начнет проскакивать электрическая искра, т. е. образуется электрическая дуга.

Электрическая дуга открыта в 1802 г. русским физиком и электротехником академиком В. В. Петровым, который первый указал на возможность применения ее для плавления металлов.

Проводники тока, между которыми образуется электрическая дуга, называются электродами. При дуговой электросварке электродами являются свариваемый металл и проводник, при помощи которого возбуждается электрическая дуга (металлический или угольный стержень). В практике электросварки свариваемый металл называется основным металлом, а металлический или угольный стержень называется электродом.

Горение электрической дуги сопровождается выделением большого количества тепла и сильным лучеиспусканием (появляется ослепительный свет). Благодаря высокой температуре электрическая дуга легко плавит металлы и ее теплом пользуются для расплавления металлов при сварке.

Процесс дуговой электросварки заключается в том, что металлы, подлежащие сварке, доводятся в месте соединения до температуры плавления и сплавляются между собой с добавлением присадочного металла.

Электродуговая сварка может производиться двумя способами:

1) по способу Славянова (рис. 41, а) — металлическим электродом. При этом способе сварки сварной шов образуется смешиванием расплавленного металла свариваемых деталей с металлом электрода;

2) по способу Бенардоса (рис. 41, б) — угольным электродом. При этом способе сварки в зону горения электрической дуги, образованной между концом угольного электрода и основным металлом, вводится металлическая проволока, называемая приса-



дочной. Расплавляясь, она смешивается с основным металлом и образует сварной шов.

В настоящее время в судостроении главным образом применяется сварка металлическим электродом по способу Славянова.

Как видно из рис. 41, при прикосновении электродом к основному металлу (изделию) сварочная цепь замыкается и по ней проходит электрический ток. Несколько удаляя конец электрода от поверхности основного металла, сварщик возбуждает электрическую дугу, которую он все время поддерживает, сохраняя необ-

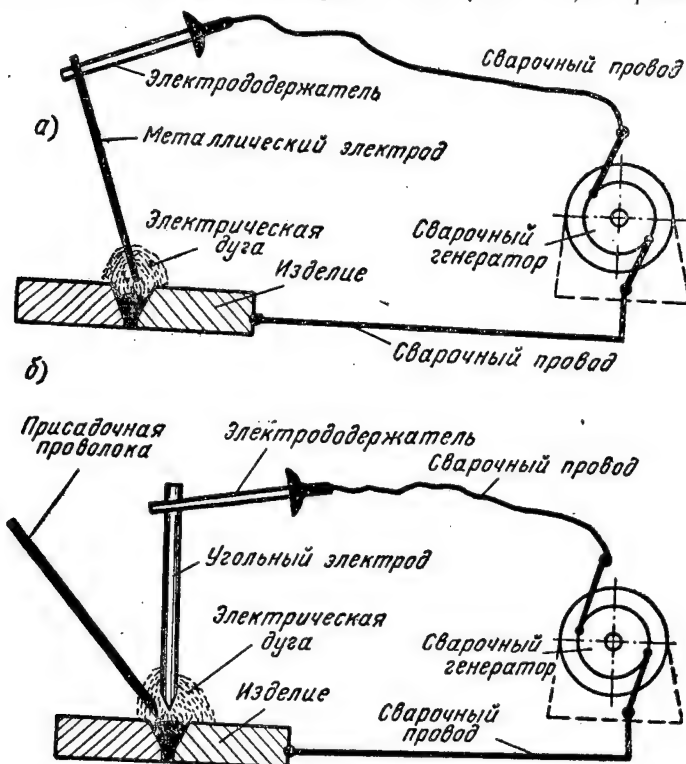


Рис. 41. Схемы ручной дуговой электросварки

ходимое расстояние между основным металлом и электродом. Так как электрическая дуга имеет очень высокую температуру, она расплавляет основной металл и конец электрода или присадочной проволоки, которые, сплавляясь с основным металлом, образуют сварной шов.

Дугу, горящую равномерно, без произвольных обрывов, при которых требуется повторное ее зажигание, называют устойчивой.

Неустойчивой называют такую дугу, которая горит неравномерно, часто обрывается и гаснет.

Для придания дуге устойчивости металлический электрод покрывают специальной обмазкой.

Обычная длина электрической дуги не должна превышать диаметра электрода; такая дуга называется короткой. Она горит устойчиво, ровно и обеспечивает правильность процесса сварки. Длинной называется дуга, длина которой больше диаметра электрода. При длинной дуге процесс плавления металла электрода происходит неравномерно. Капли расплавленного металла, стекающие с конца электрода, при длинной дуге окисляются кислородом и обогащаются азотом воздуха, и дуга часто обрывается, т. е. горит неустойчиво.

При сварке на постоянном токе на положительном полюсе электрической цепи выделяется больше тепла, чем на отрицательном. Для разогрева и расплавления основного металла, естественно, требуется больше тепла, чем для разогрева и расплавления электрода, так как масса у основного металла больше. Вследствие этого при дуговой электросварке положительный полюс сварочной цепи присоединяется посредством кабеля к основному металлу, а отрицательный полюс — к электроду. Такое соединение сварочной цепи называется прямой полярностью. Если же к положительному полюсу цепи присоединяется электрод (это бывает, например, при сварке тонких листов), а основной металл — к отрицательному полюсу, то такое соединение называется обратной полярностью. Полярность при постоянном токе оказывает большое влияние на процесс сварки и глубину провара металла.

При сварке на переменном токе полярность его меняется все время до 100 раз в секунду, при частоте тока 50 периодов в секунду. Полярность в этом случае не играет роли, и безразлично, к какому полюсу сварочного трансформатора присоединить основной металл или электрод.

Определить полярность генератора тока можно следующим простым способом. Концы проводов, присоединенных к полюсам работающего генератора, надо опустить в раствор поваренной соли или соды в воде. У одного из проводов при этом будет заметно сильное выделение пузырьков газа — этот провод присоединен к отрицательному полюсу генератора.

При постоянном токе для образования электрической дуги требуется напряжение около 30—35 в, при переменном токе — около 50—55 в, а для поддержания горения дуги — напряжение, равное всего 18—28 в.

Величина тока при ручной сварке металлическими электродами колеблется от 150 до 500 а, а при автоматической сварке под слоем флюса — от 400 до 700 а и доходит при больших толщинах металла до 3000 а при напряжении от 32 до 42 в.

Электрические сети переменного тока обычно имеют напряжение 110, 220, 380 и 500 в, а постоянного тока — 110 и 220 в. Такие напряжения при дуговой электросварке высоки и опасны для жизни.

ни сварщика. Чтобы получить от сети постоянного тока ток низкого напряжения и необходимой для сварки величины, нужны специальные источники тока, называемые сварочными генераторами. При сети переменного тока необходимо снизить его напряжение в аппаратах, называемых сварочными трансформаторами, которые снабжены специальными регуляторами тока, называемыми дросселями.

Машины для сварки на постоянном токе представляют собой генераторы (источники) тока, которые соединены с электродвигателем, питающимся электроэнергией от сети и приводящим в движение генератор. Последний вырабатывает постоянный ток, необходимый для сварки.

Машины постоянного тока бывают однопостовые и многопостовые.

В настоящее время нашей промышленностью выпускаются следующие однопостовые сварочные установки постоянного тока, состоящие из генератора тока, совместно с приводным двигателем: ПС-300, ПС-500, ПАС-400-I и САК-2г-III, а также шестипостовая установка ПСМ-1000. Эти установки применяются как для ручной, так и для автоматической и полуавтоматической сварки.

Для сварки переменным током наибольшее распространение получили однопостовые сварочные трансформаторы СТЭ-34 с регулятором тока РСТЭ-34, СТН-500, СТН-700, ТСД-500 и ТСД-1000-3.

### § 23. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ЭЛЕКТРОДОВ

Применяемые при сварке электроды можно разделить на различные группы. По роду материала, из которого они изготовлены, электроды бывают металлические и угольные.

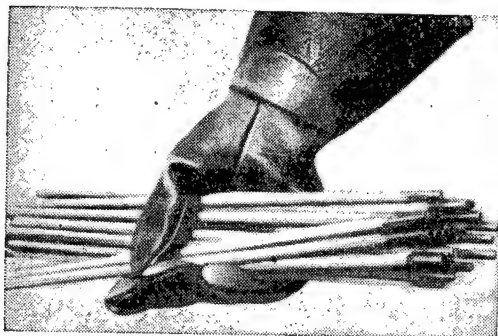


Рис. 42. Металлические электроды с обмазкой

По характеру покрытия различают электроды с тонкой обмазкой и с толстой обмазкой. Кроме того, применяют электроды без покрытия (голые).

По назначению различают электроды для сварки вручную, для автоматической сварки, для резки и для наплавки.

Металлические электроды для сварки вручную изготавливают из проволоки

круглого сечения; они бывают диаметром от 2 до 10 мм и длиной от 225 до 450 мм.

Для сварки вручную в настоящее время чаще всего применяют электроды со специальным покрытием или обмазкой (рис. 42).

Покрытие электродов обмазкой производится главным образом для повышения устойчивости горения электрической дуги.

Кроме того, при сварке электродом с обмазкой вокруг расплавленного металла шва создается защитный слой из газов и шлака, который предохраняет шов от соприкосновения с окружающим воздухом и от быстрого остывания.

В состав обмазки электродов входят следующие вещества:

1) раскислители, т. е. вещества, активно соединяющиеся с кислородом, содержащимся в окислах расплавленного металла. Хорошими раскислителями являются марганцевая руда, кремнезем и др.;

2) шлакующие вещества, соединяющиеся с окислами расплавленного металла и образующие шлаки, которые всплывают на поверхность (например, кварцевый песок, титановая руда и др.);

3) газообразующие вещества, продукты сгорания которых, соединяясь с кислородом воздуха, образуют защитный слой вокруг дуги (например, графит, древесная мука и т. п.);

4) связующие вещества, связывающие отдельные элементы обмазки и способствующие соединению ее со стержнем электрода (обычно применяется жидкое стекло);

5) легирующие вещества, служащие для повышения качества металла сварного шва (например, различные ферросплавы, ферромарганец и др.);

6) стабилизирующие вещества, служащие для обеспечения устойчивости обмазки при горении. Обычно в качестве стабилизаторов применяются мел, жидкое стекло и др.

Процентный состав обмазки бывает различным и зависит от марки электродов.

Наплавленный металл и сварные швы, выполненные электродами со специальной обмазкой, обычно имеют высокие механические качества.

Электроды с меловой обмазкой применяют для неответственных соединений, электроды с тонкой специальной обмазкой толщиной 0,1—0,2 мм на сторону дают более качественный шов, а электроды с толстой обмазкой толщиной от 0,7 до 2 мм на сторону применяют для получения сварных швов, отличающихся высокими механическими качествами.

В настоящее время при сварке корпусов судов на отечественных заводах применяют электроды следующих марок: Э-42 с обмазкой ОММ-5 для сварки углеродистых сталей; Э-50 и Э-55 с обмазкой УОНИ-13 для сварки специальных сталей повышенного сопротивления и других марок.

#### § 24. ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РУЧНОЙ СВАРКИ

Для выполнения электросварочных работ необходимо иметь специальное оборудование, инструмент и приспособления.

Электрододержатели (рис. 43) служат для закрепления электрода и подвода к нему тока. Электрододержатели бывают различ-

ных видов. Они должны иметь простую конструкцию, быть легкими, иметь хорошую изоляцию, а также надежно и быстро присоединяться к сварочному кабелю.

Щитки и маски (рис. 44) служат для предохранения глаз и лица электросварщика от вредного действия лучей электрической

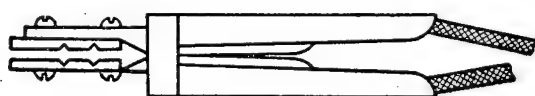


Рис. 43. Электрододержатель

дуги и брызг расплавленного металла. Их делают из легких и прочных трудновоспламеняющихся материалов (чаще всего из фибры).

Размер их должен быть таким, чтобы они закрывали все лицо сварщика. Для наблюдения за дугой в щитках и масках имеются вырезы, в которые вставлены специальные защитные стекла, поглощающие вредные для глаз лучи, выделяемые сварочной дугой.

Кроме этих принадлежностей, при сварке применяют еще ручной молоток с острым концом для обивки шлака, щетки из тонкой стальной проволоки для чистки свариваемого металла и швов (рис. 45, а) до и после сварки и ручник с зубилом для подрубки и вырубки бракованных швов.

В последнее время для отбивания окалины и шлака применяют также легкие пневматические молотки с набором тонких зубил (рис. 45, б).

Для проверки размеров швов служит набор специальных шаблонов.

Для клеймения сваренных швов применяют стальные клейма с маркой сварщика.

Для хранения электродов и их огарков (остатков) служит коробка или брезентовая сумка, а для переноски и хранения указанного выше инструмента — ящик.

Сварщик должен иметь хорошую спецодежду из плотного брезента, закрывающую все его тело, а для защиты рук — брезентовые рукавицы.

## § 25. ВИДЫ СВАРНЫХ ШВОВ И СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Сварные швы, применяемые в судостроении, по ряду признаков делятся на несколько групп.

По положению в пространстве все швы делятся на нижние, горизонтальные, вертикальные и потолочные.

Нижними называются швы, которые выполняются при расположении сварочной дуги над свариваемыми деталями (рис. 46, а).

Потолочными называются швы, выполняемые при расположении сварочной дуги под свариваемыми деталями (рис. 46, б).

Горизонтальными называются швы, выполняемые в горизонтальном направлении на вертикально или почти вертикально расположенных деталях (рис. 46, в).

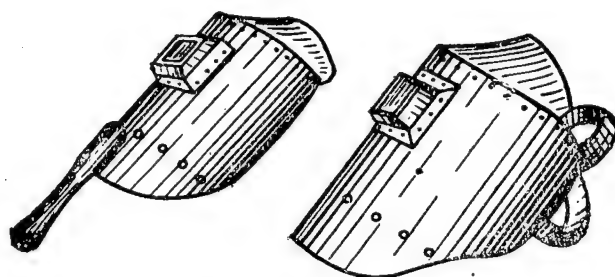


Рис. 44. Щиток и маска для электросварщика

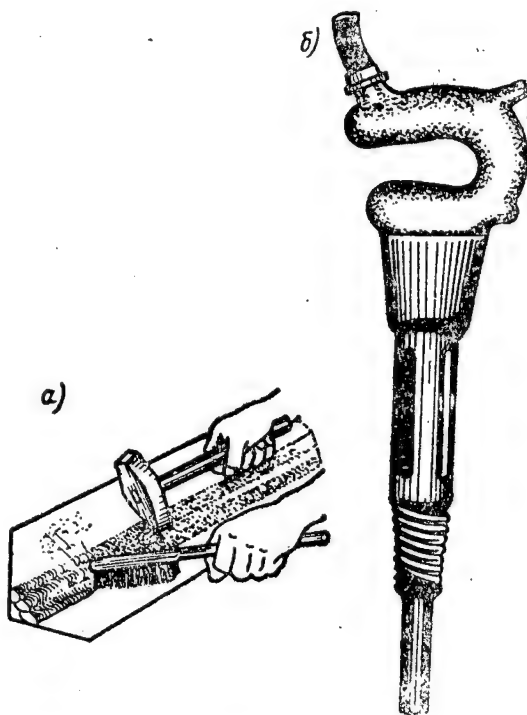


Рис. 45. Инструмент для чистки металла и обивки шлака сварных швов



Вертикальными называются швы, выполняемые в вертикальном направлении на вертикально расположенных деталях (рис. 46, з). Нижний шов варить легче всего. Самыми трудными являются потолочные швы; поэтому таких швов в конструкциях по возможности избегают.

По протяженности сварные швы бывают сплошные или прерывистые, прерывистые и прихватные.

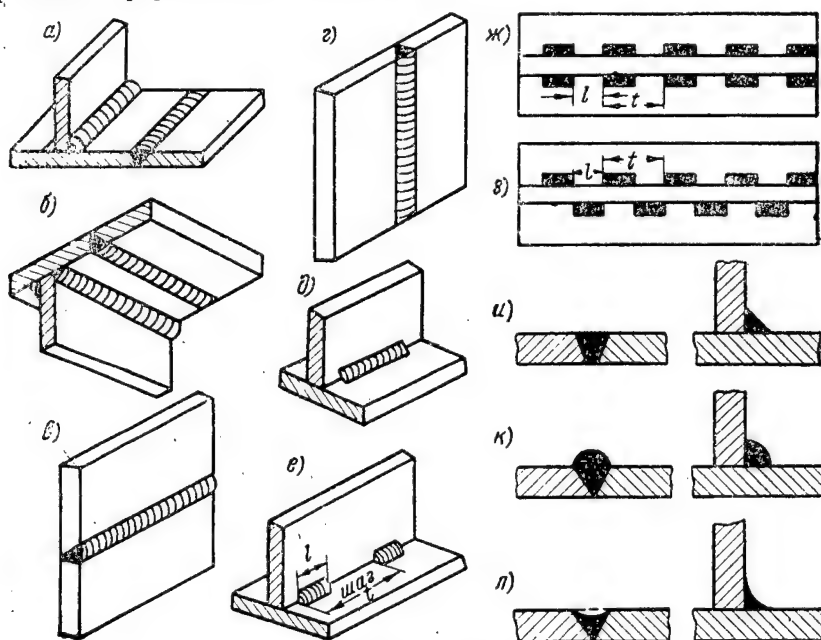


Рис. 46. Виды сварных швов

Сплошными (рис. 46, д) называются швы, которые идут сплошь, без разрывов, по всей длине соединяемых ими частей или деталей.

Прерывистыми (рис. 46, е) называются швы, имеющие вид отдельных коротких швов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга.

Прерывистые швы в свою очередь подразделяются на цепные (рис. 46, ж) и шахматные (рис. 46, з).

Прихватные швы, или электроприхватки, представляют собой короткие швы, которые применяются при сборке деталей для скрепления их между собой перед сваркой.

В зависимости от характера подготовки кромок для сварки и типа соединения сварные швы разделяются на стыковые (рис. 47, а, б, в) и угловые (рис. 47, г, д).

По степени усиления швы бывают: нормальные (рис. 46, и), усиленные (выпуклые) (рис. 46, к) и

ослабленные (вогнутые) (рис. 46, л). Облегченные швы применяются редко.

По числу слоев металла, образующих сварной шов, различают однослойные швы, выполняемые за один проход электрода, и многослойные, выполняемые за несколько проходов. Многослойные швы применяются при сварке толстого металла.

Отдельные детали сварных конструкций могут соединяться между собой различным образом. В зависимости от конструкции и расположения свариваемых деталей различают следующие типы сварных соединений: встык (рис. 47, а—в), тавровые (рис. 47, г), угловые (рис. 47, д), внахлестку (рис. 47, е) и с накладками (рис. 47, ж).

Соединения встык получили большое распространение. При этих соединениях кромки двух свариваемых деталей располагаются одна против другой в одной плоскости.

Детали толщиной до 6 мм сваривают встык с небольшим зазором. Кромки этих деталей должны быть обрезаны под прямым углом. Такое соединение называется соединением встык без скоса кромок (см. рис. 47, а).

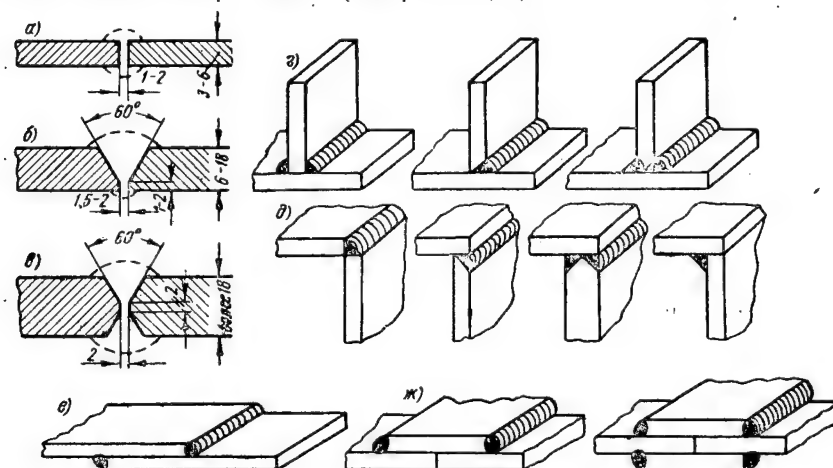


Рис. 47. Типы сварных соединений

При толщине деталей от 6 до 18 мм делают скос кромок с одной стороны обеих свариваемых деталей, т. е. применяют сварку с односторонним скосом кромок (см. рис. 47, б). Такая разделка кромок называется V-образной (она имеет вид латинской буквы V).

При сварке с V-образной разделкой шов накладывается со стороны скосов, после чего производится подварка с другой стороны.

При сварке металла большой толщины применяется скос кромок с обеих сторон; такая разделка называется X-образной (она имеет вид латинской буквы X; см. рис. 47, в).

Обычно кромки снимают не на всю толщину листа, а оставляют тупой край высотой 1-2 мм, называемый притуплением, так как острые кромки при сварке могут легко расплавиться, что увеличит зазор между листами и расход электродной проволоки.

Соединение встык получило широкое применение при постройке корпуса судна. При таком соединении достигаются наименьший расход основного и наплавленного металла и прочность шва.

Разделка кромок производится путем строгания на специальном кромкострогальном станке или тазорезательными машинами.

В тавровых соединениях, называемых также соединениями впритык, одна деталь приваривается к другой под прямым углом одним или двумя швами. При этом типе соединения разделка кромок с одной или с обеих сторон нужна только для деталей больших толщин. Тавровые соединения применяются в судостроении очень широко.

При угловом соединении свариваемые детали располагаются под прямым углом друг к другу и свариваются по кромкам. В судовых конструкциях угловые соединения встречаются очень часто и бывают двух видов: односторонние и двусторонние. Швы таких соединений могут быть сплошными и прерывистыми. Эти соединения просты и прочны.

Соединение внахлестку (см. рис. 47, е) является очень простым и для него не требуется разделки кромок, кроме обрезки, но при этом производится приварка обоих листов.

При соединении с накладками (см. рис. 47, ж) (одной или двумя) перекрывается стык двух листов, и накладки к ним привариваются.

Соединение внахлестку и с накладками вызывает повышенный расход основного металла, особенно электродов. Кроме того, при этих соединениях не исключена возможность попадания воды в неплотности между листами и накладками, что может вызвать сильное их ржавление. Поэтому соединения с накладками и внахлестку в судостроении применяются редко.

## § 26. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСВАРКА

Дуговая сварка вручную имеет ряд недостатков. Прежде всего процесс сварки проходит медленно, с низкой производительностью, и вызывает большой расход электродов и электроэнергии. Кроме того, качество сварки целиком зависит от умения сварщика, т. е. его квалификации.

Эти недостатки устраняются при автоматической сварке, когда полностью механизмуется не только перемещение сварочной дуги, но и подача электродной проволоки.

Широкое применение автоматической сварки в судостроении объясняется следующими большими преимуществами ее перед сваркой вручную:

- 1) значительно повышается производительность сварки путем

применения тока большой величины, что приводит к повышению скорости наплавки шва;

2) сварной шов получается однородным и качественным;

3) электродная проволока подается из бухты, благодаря чему исключаются потери на огарки (остатки электродов) и достигается экономия проволоки от 10 до 20 %;

4) при применении флюса снижается расход электроэнергии, так как тепло электрической дуги не рассеивается в окружающее пространство, а почти целиком расходуется на плавление электродной проволоки и основного металла.

Скорость автоматической сварки стыковых швов для металла толщиной 3,5 мм составляет около 60 м/час, а для металла толщиной 28 мм — около 30 м/час.

Автоматическая сварка производится главным образом переменным током большой величины от специальных трансформаторов (реже — постоянным током от генераторов) и бывает двух видов: с открытой дугой и с закрытой дугой под слоем флюса.

При автоматической сварке применяется сварочная проволока без обмазки. Автоматическая сварка на автоматах с обмазанной

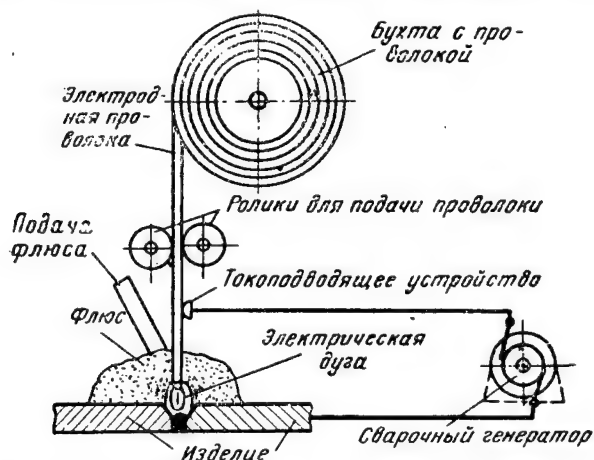


Рис. 48. Схема автоматической электросварки под слоем флюса

проволокой очень затруднительна и применения не получила. Вместо сварки с обмазанной проволокой применяют автоматическую сварку с голой проволокой под слоем флюса.

Флюс представляет собой измельченный в дробилках сплав, состоящий в основном из тех же составных частей, что и электродная обмазка.

Процесс автоматической электросварки под слоем флюса происходит следующим образом (рис. 48). Электродная проволока без обмазки, сматываемая с бухты, непрерывно подается к дуге.

Одновременно с подачей проволоки из бункера на место сварки толстым слоем насыпается флюс, который целиком закрывает конец проволоки. К месту сварки через токоподводящее устройство подается сварочный ток. Между основным металлом и концом проволоки под слоем флюса возникает электрическая дуга. Флюс полностью предохраняет расплавленный металл от соприкосновения с окружающим воздухом и остывание шва происходит медленно, в результате чего в месте стыка получается прочный сварной шов хорошего качества.

Благодаря большой величине тока достигаются глубокий провар шва и высокая скорость сварки.

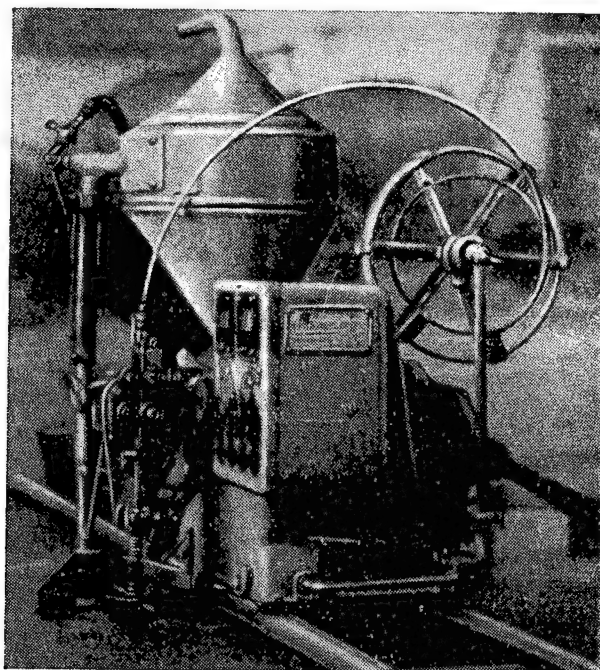


Рис. 49. Электросварочный автомат типа СА-ГСПИ-2

При автоматической сварке под слоем флюса электрической дуги не видно, почти не выделяются вредные газы, вследствие чего сварку можно производить, не защищая глаз стеклами.

Автоматы для автоматической сварки имеют следующие основные части: сварочную головку для автоматической подачи электродной проволоки и непрерывного поддержания электрической дуги, каретку для крепления головки и ее передвижения вдоль шва и пункт питания сварочной головки электрическим током.

Сварочные установки для автоматической сварки бывают стационарные, имеющие неподвижные станины и приспособления для крепления свариваемых изделий и перемещения их относительно сварочной головки (или, наоборот, головки могут перемещаться относительно изделия), и переносные, легкого типа, переносимые от изделия к изделию вместе с пунктами питания током.

В судостроительной промышленности чаще всего применяются переносные сварочные автоматы.

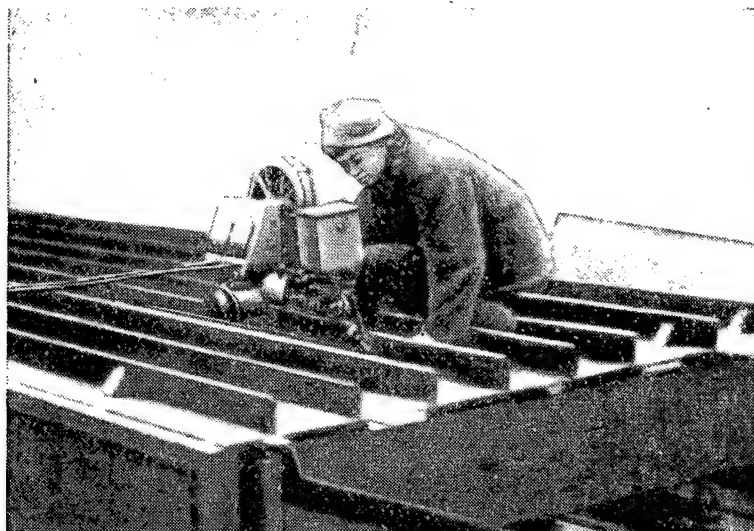


Рис. 50. Электросварочный автомат типа АСУ-138 для сварки угловых швов

В настоящее время на отечественных судостроительных заводах наиболее широкое применение получили переносные сварочные автоматы следующих типов:

- 1) для сварки тонколистового материала толщиной от 2 до 5 мм применяются сварочные автоматы СА-ГСПИ-2 (рис. 49);
- 2) для сварки листов средних и больших толщин применяются автоматы АДС-1000 и АДС-1000-2, представляющие собой дуговые сварочные автоматы на ток 1000 а;
- 3) для сварки угловых швов применяются универсальные сварочные автоматы типа АСУ-138 (рис. 50). Автоматы эти работают по роликовым направляющим;
- 4) для сварки угловых швов применяются также дуговые шланговые автоматы на ток 500 а, сокращенно обозначаемые АДШ-500, а также автоматы Института электросварки им. Е. О. Патона Академии наук УССР;



5) для сварки стыковых швов — прямолинейных и кольцевых, с разделкой кромок и без нее, и угловых швов «в лодочку» (рис. 51) в настоящее время широко применяется сварочный автомат типа «Трактор ТС-17М» (рис. 52). Этот автомат передвигается без направляющих при помощи ролика по стыку между свариваемыми листами.

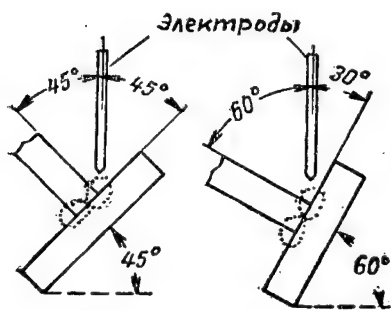


Рис. 51. Угловой шов «в лодочку»

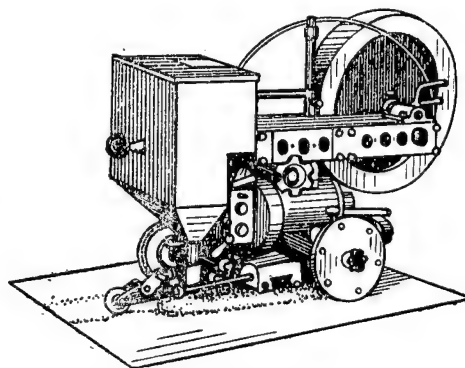


Рис. 52. Электросварочный автомат типа «Трактор ТС-17 М»

В последнее время разработан новый вид автоматической сварки — вертикальная автоматическая сварка швов, расположенных в вертикальной плоскости, электрошлаковым способом.

Этот вид сварки применяется для деталей больших толщин и заключается в том, что в зазор между двумя вертикально расположенными деталями специальным сварочным автоматом подаются электродная проволока и флюс, которые под действием сварочного тока расплавляются и заполняют разделку.

## § 27. ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОСВАРКА

Переносными автоматами можно производить сварку прямолинейных швов и швов с небольшой кривизной в нижнем положении. Для сварки криволинейных горизонтальных, а также коротких и перерывистых швов, и для сварки в неудобных, труднодоступных местах применяют полуавтоматы. Полуавтоматическая сварка особенно широко применяется для угловых и коротких стыковых швов.

При полуавтоматической сварке под слоем флюса сварочная проволока подается к дуге автоматически, а движение головки полуавтомата вдоль шва производится вручную. Флюс подается к месту сварки вручную через небольшой бункер, расположенный на головке полуавтомата.

Электродная проволока подается от катушки, находящейся на некотором расстоянии от места сварки, а сварочный ток подводится по гибкому шлангу.

Скорость сварки полуавтоматами при применении электродов диаметром 2 мм составляет 15—18 м/час. Она ниже, чем скорость автоматической сварки, но значительно выше скорости ручной.

Для полуавтоматической сварки в настоящее время применяют шланговые полуавтоматы типа ПШ-5 (рис. 53) и дуговые шланговые полуавтоматы на 500 а типа ПДШ-500.

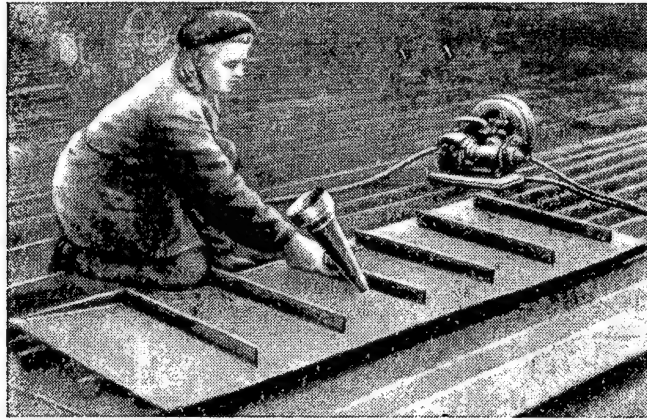


Рис. 53. Электросварочный полуавтомат типа ПШ-5

В труднодоступных и очень стесненных местах применяют дуговые шланговые полуавтоматы типа ДШ-14.

#### § 28. КОРОБЛЕНИЕ ПРИ ЭЛЕКТРОСВАРКЕ

Сильный местный нагрев металла при сварке в районе шва (в то время как остальная часть металла остается холодной) и быстрое его охлаждение при переходе из расплавленного жидкого состояния в твердое, вызывающие попеременное расширение и сжатие металла, способствуют появлению в сварочных соединениях внутренних усадочных напряжений.

Эти напряжения приводят к деформации изделий, т. е. к изменению их формы и размеров, и вызывают нежелательное коробление изделий.

Если своевременно не принять мер, то при сварке может произойти значительное коробление и потребуется правка всего изделия.

Усадочные напряжения в сварных соединениях вредны, так как они могут уменьшить прочность конструкции.

При сварке листов небольшой толщины происходит их коробление, т. е. на поверхности листов появляются местные и общие неровности или бухтины. Коробление тем сильнее, чем меньше толщина листов.

Таким образом, основными причинами, вызывающими усадочные напряжения и деформации при сварке, являются:

1) неравномерный нагрев металла, так как при сварке происходит сильный местный нагрев в районе шва, а остальная часть металла остается холодной;

2) усадка наплавленного металла, т. е. уменьшение объема металла при переходе его из расплавленного жидкого состояния в твердое.

Коробление изделий тем больше, чем больше ток при сварке и количество наплавленного металла и чем длиннее шов.

При сварке стыковых швов могут произойти деформации, показанные на рис. 54.

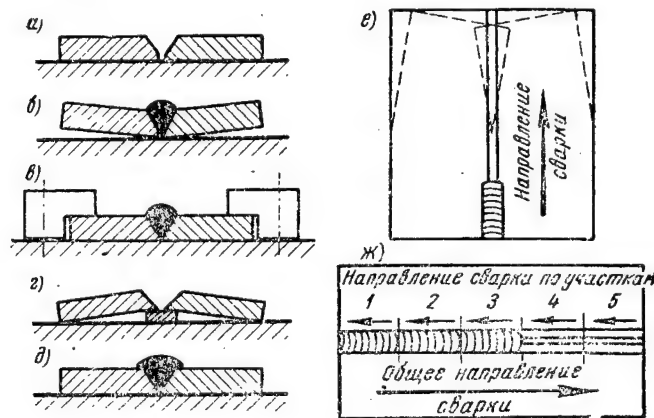


Рис. 54. Виды коробления при электросварке

Вид листов до сварки показан на рис. 54, а.

При односторонней разделке металла после наплавки сварного шва концы листов несколько поднимаются вверх (рис. 54, б). Если прижать листы перед сваркой скобами (рис. 54, в) или наложить на них балласт (груз), то они не покоробятся, но в шве возникнут внутренние напряжения вследствие усадки.

Устранить подъем концов листов вверх при сварке их с V-образной разделкой можно также путем укладки листов с предварительным обратным перегибом, как это показано на рис. 54, г. Положение листов после сварки этим способом показано на (рис. 54, д).

При сварке длинных листов с одного конца вследствие усадки металла шва концы листов заходят один за другой, подобно ножницам (рис. 54, е). Во избежание этого стык делят по длине на равные части и варят шов по участкам. При этом каждый участок варят в направлении, обратном общему направлению сварки, как показано на рис. 54, ж стрелками. При многослойном шве направление сварки для каждого слоя должно быть противоположно пре-

дыдущему направлению. Такой метод сварки называется *о б р а т н о с т у п е н ч а т ы м*.

Наиболее рациональным способом борьбы с короблением конструкций при сварке является установление технологически правильного порядка сборки и сварки.

Прежде всего при длинных швах необходимо принять обратноступенчатое наложение швов, так как чем короче сварной шов, тем меньше будет деформация. Необходимо стремиться как можно меньше нагревать свариваемые изделия и по возможности уменьшать разделку кромок, т. е. уменьшать количество наплавленного металла.



Рис. 55. Обратная погибь стенки балки таврового сечения

Следует прижимать кромки листов по контуру свариваемого полотнища, причем при тонколистовом материале необходимо, кроме того, укладывать грузы вдоль стыков и пазов и варить в первую очередь короткие поперечные швы (стыки), а затем — длинные продольные швы (пазы).

Иногда для уменьшения деформации листам перед сваркой придают обратную погибь (обратную той, которую ожидают получить при сварке). Обратную погибь, например, рекомендуется придавать вертикальному листу (стенке), привариваемому к поясу, при сварке длинной балки таврового сечения. Погибь листа по привариваемой кромке достигается путем растягивания ее ударами молота или пропускания листа между валками вальцев с укладкой узкой прокладки вдоль растягиваемой кромки.

На рис. 55 показана стенка тавровой балки с погибью и без нее.

При сварке плоскостных и объемных секций на постелях большие деформации получаются обычно в поперечных сечениях, что приводит к отклонению обводов секций от плазовых.

Для устранения этих деформаций, искривляющих секции, требуются большие дополнительные затраты рабочего времени на правочные, подгоночные и прирубочные работы при соединении секций между собой.

Указанные деформации секций можно предотвратить приданием секциям при сборке обратного выгиба путем изменения формы лекал постелей, на которых собираются и свариваются секции, т. е. лекалам придают так называемый развал (см. рис. 141).

## § 29. КОНТАКТНАЯ ТОЧЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСВАРКА

При контактной электросварке через свариваемые детали в месте соединения пропускают переменный электрический ток большой величины и малого напряжения. При этом детали нагреваются до необходимой температуры, после чего нагретые места сваривают под давлением.

Контактная электросварка разделяется на стыковую, точечную, рельефную, листонную и роликовую.

В судостроении применяется главным образом точечная сварка, которая заменяет прерывистые швы или заклепочные швы тонких листов, переборок и выгородок, при приварке мелких скоб, изготовлении судовой мебели и т. д.

При точечной сварке (рис. 56) детали сжимаются двумя медными электродами, через которые проходит электрический ток.

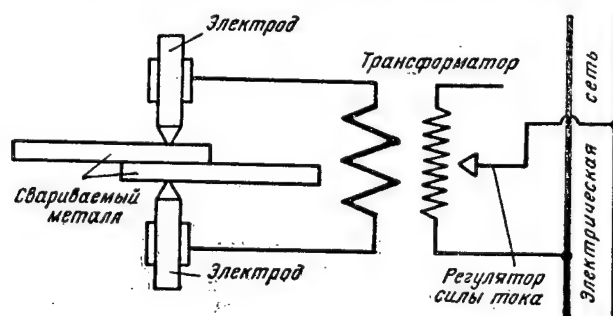


Рис. 56. Схема процесса контактной точечной электросварки

Вследствие большой величины тока электроды охлаждаются проточной водой.

При прохождении тока в месте соединения деталей образуется повышенное сопротивление, вследствие чего металл нагревается до необходимой температуры, при которой он становится пластичным. Тогда ток выключают и нажимают верхним электродом на нижний; происходит сваривание деталей в одной точке. Сварочный ток подается от трансформатора с регулятором тока.

Точечная сварка применяется преимущественно для сварки тонкого металла, хотя в настоящее время этим способом можно сваривать детали толщиной до 30 мм.

Машины для точечной сварки бывают стационарные и передвижные (подвесные).

Стационарные точечные машины типа МТП применяются для сварки переборок в вертикальном положении, а подвесные типа МТПГ-75 и МТПГ-150 — для сварки в горизонтальном положении («МТПГ» означает: «машина точечная подвесная горизонтальная»).

При точечной сварке металл должен быть чистым, на его поверхности не должно быть масла, грязи, ржавчины и окалины. Свариваемые детали должны подвергаться предварительной обработке травлением в растворах кислот (химическая чистка) или пескоструйными аппаратами (механическая чистка).

Поверхности металла должны быть совершенно гладкими, чтобы они плотно прилегали друг к другу.

При точечной сварке достигается высокая производительность труда.

При сварке двух листов толщиной по 2,5 мм на машине МТПГ-150 точками диаметром 8 мм для нанесения одной точки требуется около 2,3 сек. В одну минуту может быть нанесено около 26 точек, а в час — свыше 1500.

Для выполнения точечной контактной сварки применяют также переносные аппараты в виде клещей и пистолетов.

Замена клепки, которая применялась для соединения тонких листов, точечной сваркой снижает трудоемкость работ в 10-12 раз и обеспечивает высокое качество сварных соединений.

#### **§ 30. ОСНОВНЫЕ ДЕФЕКТЫ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСВАРНЫХ ШВОВ**

К основным дефектам электросварных швов относятся следующие:

1) непровар вершины и кромки шва — недостаточное сплавление наплавленного металла с основным. Основные причины: слишком малый ток, длинная дуга, быстрое перемещение электрода, неправильная разделка кромок (малый угол скоса, малый зазор, большое притупление);

2) подрезы кромки шва — утончение основного металла в месте перехода к наплавленному металлу шва. Основные причины: слишком большой ток, длинная дуга, неравномерное движение электрода и неправильный его наклон;

3) трещины и разрывы металла по шву или рядом с ним. Причиной появления трещин являются внутренние тепловые усадочные напряжения вследствие усадки при охлаждении;

4) пористость и ноздреватость поверхности шва, раковины и шлаковые включения. Основные причины: плохое качество присадочного материала, большая величина тока, длинная дуга, плохая зачистка шва;

5) пережог металла, характеризующийся наличием в наплавленном металле пленок и посторонних частиц. Причина пережогов — слишком длинная дуга;

6) незаплавленные кратеры, остатки шлака, перерывы в шве, неровная поверхность шва. Основная причина — небрежность сварщика.

Контроль качества сварки на судостроительных заводах производится представителями отдела технического контроля завода, мастерами и инспекторами Регистра СССР.



Контроль качества сварки в судостроении делится на предварительный, операционный и контроль при приемке конструкции.

При предварительном контроле производится проверка квалификации сварщиков, качества основного материала конструкции и электродов.

Операционный контроль производится для проверки качества материала, подготовленного для сварки, а также для проверки сборки, наложения прихваток и выполнения сварки.

Приемка готовой продукции заключается в проверке соответствия формы и размеров изделия указанным в чертежах, в приемке сварных швов путем осмотра, обмера и испытания швов на непроницаемость.

Самым простым способом контроля швов является наружный осмотр их, при котором можно установить правильность наложения сварных швов, обнаружить трещины, подрезы, поры и другие дефекты в них.

Обмер швов для установления соответствия их требованиям, указанным в чертежах, производится шаблонами.

Вырубка небольших участков швов и засверловка их являются очень простыми способами контроля, с помощью которых удается определить качество провара.

При засверловке конец сверла затачивают под углом  $70^\circ$  для валиковых швов и  $40^\circ$  — для стыковых.

При плохом проваре после засверловки ясно видна граница между основным и наплавленным металлом.

Для более полной оценки качества сварки производят механические испытания наплавленного металла шва на разрыв и на изгиб посредством пробных планок, вырезанных из свариваемого изделия или сваренных в тех же условиях и теми же сварщиками, что и проверяемое изделие.

Плотность шва и наличие трещин проверяют при помощи керосина, который проникает в самые мелкие поры и, просачиваясь через них, образует на другой стороне шва, покрытой меловым раствором, желтые пятна, которые показывают место пропуска.

Испытание плотности сварных швов отсеков судна, которые могут быть плотно закрыты, производится также сжатым воздухом: если шов неплотный, то на его наружной поверхности, покрытой мыльной водой, под давлением сжатого воздуха изнутри отсека, образуются воздушные пузырьки.

Надежным способом проверки плотности и прочности сварных швов отсеков судна является гидравлическое испытание их водой, обычно применяемое для проверки отсеков, которые должны быть водонепроницаемыми.

Просвечивание рентгеновскими лучами производится для обнаружения мест непровара, раковин, шлаковых включений, которые отпечатываются на пленке рентгенограммы в виде затемнений. Рентгеновскими лучами просвечивают каждый шов, направляя их под несколькими углами.

На отечественных судостроительных заводах широко применяется проверка швов радиографированием, т. е. просвечиванием сварных швов лучами радия. Радиографирование может быть применено для проверки качества швов в труднодоступных местах отсеков судна. Радиоактивные вещества помещаются в специальном небольшом свинцовом футляре и легко могут быть перенесены к просвечиваемому месту.

Качество сварных швов определяется при просвечивании по снимкам на пленках.

Для устранения дефектов, обнаруженных в сварных швах, все дефектные места обязательно вырубает до основного металла и вновь заваривают. После этого производят вторичное испытание исправленного шва.

#### § 31. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОСВАРКЕ

При электродуговой сварке сварщик должен строго соблюдать и хорошо знать все правила техники безопасности. К основным правилам техники безопасности относятся следующие.

1. Во избежание поражения электрическим током сварочные машины необходимо заземлять; электрододержатель должен быть хорошо изолирован; при работе внутри железных конструкций и в отсеках судна сварщик должен стоять на резиновом коврике или, в крайнем случае, надевать резиновые галоши.

2. Во избежание повреждений глаз и ожогов кожи лица сварщик должен иметь исправный щиток или маску.

3. Во избежание ожогов тела брызгами расплавленного металла сварщик должен надевать спецодежду и рукавицы из плотного брезента.

4. При сварке, особенно в закрытых помещениях, возможно выделение обмзкой электродов вредных газов. В этих случаях в отсеках должна быть предусмотрена общая хорошая вентиляция или устроен местный отсос газов от каждого рабочего места.

5. Сборщики, работающие вместе со сварщиками, должны быть предупреждены последними о начале сварки; при этом надо тщательно защищать глаза от света электрической дуги, вредно влияющего на зрение.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое сварка и какие бывают виды сварки?
2. Почему при сварке достигается экономия металла и времени?
3. Что такое электрическая цепь?
4. Что называется источником тока?
5. Что называется величиной тока и в каких единицах она измеряется?
6. Как возбуждается электрическая дуга?
7. Что такое короткая и длинная дуга?
8. Укажите различие методов сварки Бенардоса и Славянова.
9. Для чего служат электроды и какие они бывают?
10. Зачем нужна обмзка на электродах и из чего ее готовят?
11. Какой инструмент применяется при сварке?

12. Назовите виды сварных швов в зависимости от положения их в пространстве.
13. Какие бывают типы сварных соединений?
14. В чем преимущество автоматической сварки перед сваркой вручную?
15. Какая разница между автоматической и полуавтоматической сваркой?
16. В чем сущность вертикальной автоматической сварки?
17. Почему происходит коробление при сварке?
18. В чем сущность сварки обратноступенчатым швом?
19. Что такое контактная точечная сварка?
20. Как можно предотвратить деформацию секций при сварке их на постелях?
21. Перечислите основные дефекты сварных швов, укажите их признаки и причины появления.
22. Какими способами контролируется качество сварных швов?
23. В чем сущность рентгенографического и радиографического способов контроля качества швов?
24. Укажите основные правила техники безопасности при сварке.

#### *Глава IV*

### **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ И ЧТЕНИЕ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ**

#### **§ 32. НАЗНАЧЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Чертежом называется изображение предмета (изделия, механизма, судна или части его и т. д.) на плоскости в нескольких видах, называемых проекциями.

Чертеж может быть сделан на любой плоскости, например, на бумаге, на плазе, на листах металла, деревянных щитах и т. д.

На плазе и на металле чертежи вычерчиваются в натуральную величину.

Чертежи выполняются при помощи специальных чертежных инструментов и принадлежностей.

Каждый чертеж должен давать ясное и полное представление о форме, размерах, материале, устройстве, а также о взаимной связи отдельных частей изображенного предмета, узла или детали. Чертеж должен быть ясным, понятным и давать все сведения, необходимые для выполнения по нему работы, без дополнительных пояснений.

При постройке корпуса судна весь производственный процесс—разметка и обработка деталей, сборка и сварка узлов и секций, сварка секций между собой, монтаж их и постройка судна в целом производится по чертежам.

Судовой сборщик должен хорошо понимать чертежи, так как ему очень часто приходится работать по ним. Сборщик, не разбирающийся в чертежах, не может быть полноценным работником.

Для того, чтобы научиться разбирать или, как говорят, читать чертежи и представлять себе изображенные на них предметы, детали и т. д., надо хорошо знать правила их составления и вычерчивания и значение различных условных обозначений на них.

В процессе работы сборщику также приходится делать различные геометрические построения и развертки простых фигур. Поэтому он должен быть знаком с основными геометрическими построениями и разверткой тел разной формы.

### § 33. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

Простейшим чертежом является геометрический чертеж, который дает изображение какой-нибудь геометрической фигуры на плоскости посредством линий.

Линии бывают прямые, ломаные и кривые.

Прямой линией называется кратчайшее расстояние между двумя точками. На дереве прямые линии прочерчивают карандашом, а на листовой и профильной стали — металлической чертилкой. Линии длиной до 2—3 м проводят при помощи линейки, а прямые линии большой длины отбивают ниткой, натертой мелом, которая оставляет на листе или щите след, являющийся прямой линией.

Две линии называются параллельными, если они лежат в одной плоскости и не пересекаются, сколько бы мы ни продолжали их в обе стороны.

**Проведение прямой линии, параллельной данной, на заданном расстоянии.** На прямой линии  $AB$  (рис. 57), к которой надо провести параллельную, берут две произвольные точки  $C$  и  $D$ ; приняв их за центры, циркулем описывают дуги радиусом, равным, заданному расстоянию  $m$ . После этого линейкой проводят линию  $EF$ , касательную к этим дугам, которая и будет искомой параллельной линией.

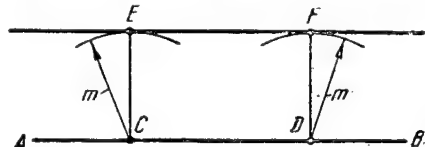


Рис. 57. Проведение прямой линии, параллельной данной

Параллельные линии проводят еще и так: по восстановленным к данной линии перпендикулярам откладывают заданное расстояние  $m$ , полученные точки соединяют и получают таким образом искомую параллельную линию.

**Деление отрезка прямой линии пополам.** Из концов данного отрезка  $AB$  (рис. 58) радиусом, большим, чем его половина, проводят две дуги, которые пересекаются между собой в двух точках  $D$  и  $D'$ . Полученные точки соединяют прямой линией, которая и разделит отрезок  $AB$  на две равные части в точке  $E$ .

**Деление отрезка прямой линии на равные части.** Деление производят при помощи линейки и угольника. Из точки  $A$  отрезка  $AB$  (рис. 59) проводят вспомогательную линию  $AC$  под произвольным углом к нему. На этой линии, начиная от точки  $A$ , откладывают столько равных частей, на сколько частей требуется разделить линию (предположим, на семь равных частей). Последнюю точку

соединяют с точкой  $B$  и к полученной линии  $VII B$  проводят через точки  $VI, V, IV, III, II$  и  $I$  взаимно-параллельные прямые линии, которые пересекают отрезок  $AB$  в точках  $6, 5, 4, 3, 2$  и  $1$ . Этими точками заданный отрезок  $AB$  разделится на семь равных частей

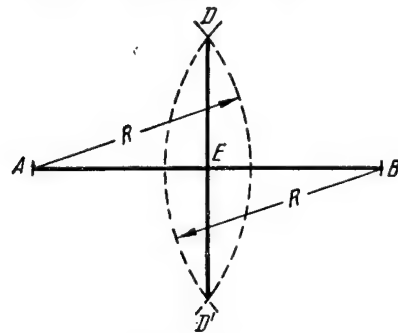


Рис. 58. Деление отрезка прямой линии пополам

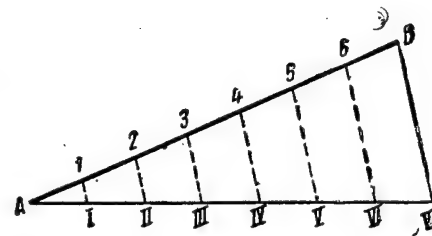


Рис. 59. Деление отрезка прямой линии на равные части

#### Восстановление перпендикуляра из точки на прямой линии

Из точки  $O$  (рис. 60) произвольным радиусом засекают на прямой  $CD$  равные отрезки:  $OA=OB$ . Из полученных точек  $A$  и  $B$  проводят любым, но большим, чем  $OA$  и  $OB$ , радиусом дуги, которые пересекутся между собой в точках  $M$  и  $N$ . Соединив точки  $M$  и  $N$ , получают искомый перпендикуляр к прямой  $CD$  в точке  $O$  (вверх и вниз от прямой).

**Опускание перпендикуляра на прямую линию из точки вне ее**  
Из точки  $A$  (рис. 61) произвольным радиусом описывают дугу, пересекающую линию  $MN$  в точках  $B$  и  $C$ , и из этих точек, как из

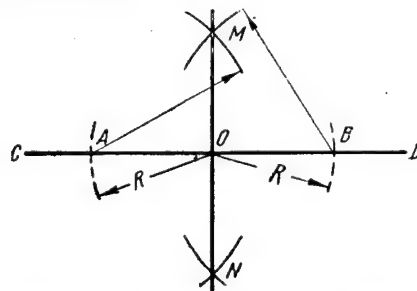


Рис. 60. Восстановление перпендикуляра к прямой линии

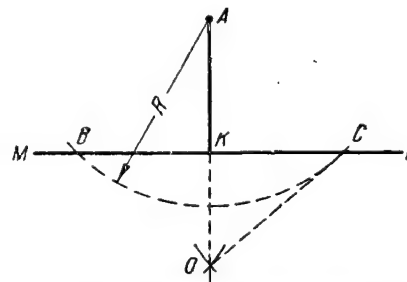


Рис. 61. Опускание перпендикуляра из точки вне прямой линии

центров, произвольным, но равным радиусом, например  $CO$ , описывают дуги, которые пересекутся в точке  $O$ . Соединив точки  $A$  и  $O$  прямой линией, получают перпендикуляр  $AK$ , опущенный из точки  $A$  на прямую  $MN$ .

**Восстановление перпендикуляра к концу отрезка прямой линии.**  
Из точки  $O$  (рис. 62), произвольно взятой над линией  $AB$ , радиусом  $AO$  описывают окружность, проходящую через точку  $A$ . Эта окружность пересечет прямую  $AB$  в точке  $C$ . Через точки  $C$  и  $O$  проводят прямую и продолжают ее до пересечения с окружностью в точке  $M$ . Точку  $A$  соединяют с точкой  $M$  прямой. Прямая  $AM$  и является искомым перпендикуляром.

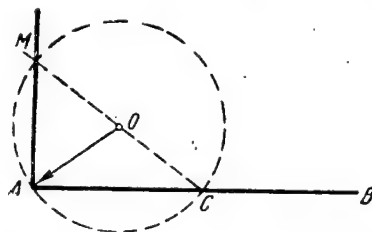


Рис. 62. Восстановление перпендикуляра к концу отрезка прямой линии

**Деление окружности на равные части.** Радиус окружности укладывается 6 раз по ее длине, образуя шестиугольник. Пользуясь шестиугольником, легко разделить окружность на 12, 24, 48 и т. д. равных частей последовательным делением пополам сторон вписанных в окружность многоугольников и перенесением точек деления на линию окружности.

Четыре точки пересечения окружности двумя взаимно-перпендикулярными диаметрами делят окружность на 4 равные части: после этого, деля линию пополам, легко разделить окружность на 8, 16, 32 и т. д. равные части.

Окружность можно разделить на равные части также транспортиром.

**Деление окружности на 5, 10, 20 и т. д. равных частей.** Прово-

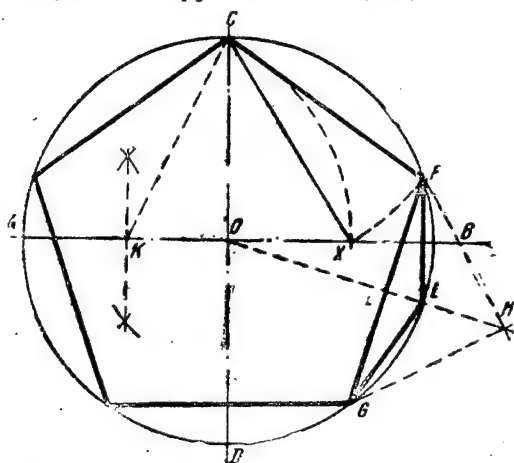


Рис. 63. Деление окружности на 5, 10, 20 и т. д. равных частей

дят два взаимно-перпендикулярных диаметра  $AB$  и  $CD$  (рис. 63). Радиус  $AO$  делят пополам; получают точку  $K$  ( $AK=KO$ ). Радиусом  $KC$  из точки  $K$  проводят дугу  $CX$  до пересечения ее с диаметром  $AB$  в точке  $X$ . Прямая  $CX$  и будет равна стороне пятиугольника, вписанного в окружность. Радиусом  $CX$  из точки  $C$  проводят дугу  $XF$  до пересечения с окружностью в точке  $F$ . Прямая  $CF$  будет стороной пятиугольника, вписанного в окружность. Отложив по линии окружности отрезки, равные  $CF$ , получим вписанный пятиугольник.

10, 20-я и т. д. равные части окружности получают делени-



ем пополам линий и дуг, полученных при делении ее на 5, 10 и т. д. равных частей.

Построение для деления окружности на 10 равных частей сделано на рис. 63. Для этого сторону пятиугольника  $FG$  делят пополам, проводя из точек  $F$  и  $G$  дуги, которые пересекутся в точке  $H$ .

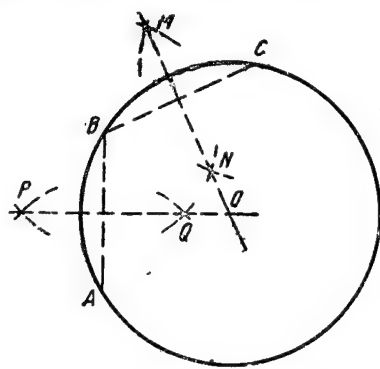


Рис. 64. Определение центра окружности или дуги

Соединив точку  $H$  с точкой  $O$ , получают на стороне  $FG$  пятиугольника точку  $L$ , а на окружности — точку  $E$ . Прямая  $FE = EG$  является стороной десятиугольника.

Разделив таким же построением сторону  $EG$  пополам, получают сторону двадцатиугольника и т. д.

**Определение центра окружности или дуги.** На окружности или дуге произвольно намечают три точки —  $A$ ,  $B$  и  $C$  (рис. 64), соединяют их между собой прямыми линиями  $AB$  и  $BC$  и к

середине каждой из этих линий восстанавливают перпендикуляры  $MN$  и  $PQ$ . Пересечение перпендикуляров дает точку  $O$ , которая и будет искомым центром окружности или дуги.

**Построение угла, равного заданному.** Из вершины  $O$  данного угла (рис. 65), как из центра, произвольным радиусом описывают дугу, которая пересечет стороны данного угла  $OA$  и  $OB$  в точках  $m$  и  $n$ . Затем, не изменяя раствора циркуля, переносят его острие в точку  $O_1$  прямой  $O_1B_1$  и описывают дугу  $n_1m_1$ ; далее, из точки  $m_1$ , как из центра, описывают дугу  $ab$  радиусом, равным расстоянию между точками  $m$  и  $n$ , получают точку пересечения  $n_1$ . Соединив точку  $O_1$  и  $n_1$  прямой линией  $O_1A_1$ , получают угол  $n_1O_1m_1$ , равный заданному углу  $nOm$ .

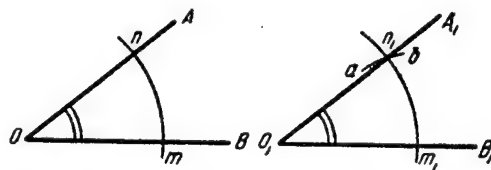


Рис. 65. Построение угла, равного заданному

**Деление угла на две равные части.** Из вершины  $O$  угла (рис. 66) произвольным радиусом описывают дугу, которая пересечет стороны угла в точках  $A$  и  $B$ . Приняв полученные точки  $A$  и  $B$  за центры, радиусом, несколько большим половины дуги  $AB$ , наносят дуговые засечки, которые пересекутся в точке  $C$ . Точку  $C$  соединяют прямой с точкой  $O$  вершины угла и получают два равновеликих угла  $\alpha$ .

**Деление прямого угла на три равные части.** Из вершины  $O$  угла (рис. 67) произвольным радиусом проводят дугу, которая

пересечет стороны угла в точках  $a$  и  $b$ . Из этих точек тем же радиусом засекают дугу  $ab$  дугами  $aD$  и  $bE$ . Точками пересечения  $E$  и  $D$  дуга  $ab$  разделяется на три равные части. Соединив точки  $E$  и  $D$  с вершиной  $O$  угла, получают три равных угла по  $30^\circ$ .

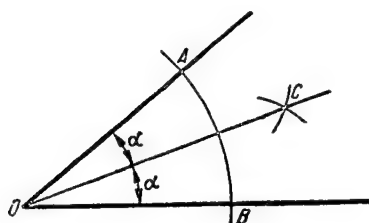


Рис. 66. Деление угла на две равные части

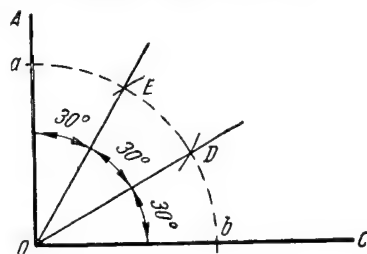


Рис. 67. Деление прямого угла на три равные части

Чтобы разделить непрямой (тупой или острый) угол на три, четыре и т. д. равные части, из вершины угла проводят дугу произвольного радиуса, пересекающую стороны угла, делят дугу данного угла измерительным циркулем на три, четыре и т. д. равные части и точки деления соединяют с вершиной угла.

**Построение углов, равных 15, 30, 60, 75 и  $120^\circ$ .** Эти углы строят следующим образом (рис. 68). Из точки  $O$  на прямой  $AB$  произвольным радиусом проводят дугу, которая засечет на прямой точку  $K$ ; затем этим же раствором циркуля из точки  $K$  делают на дуге засечку и получают точку  $P$ . Проводят прямую  $OP$ , кото-

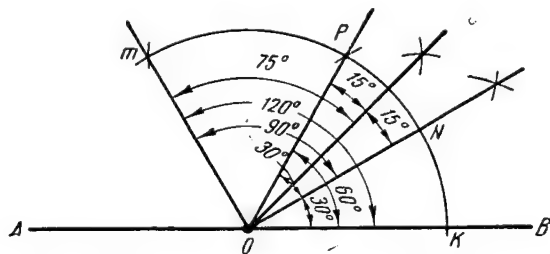


Рис. 68. Построение углов, равных 15, 30, 60, 75 и  $120^\circ$

рая образует угол  $POK$ , равный  $60^\circ$ . Для получения угла, равного  $120^\circ$ , надо продолжить дугу и сделать еще одну засечку на дуге от точки  $P$  тем же радиусом  $OK$  и через полученную точку  $m$  провести прямую  $Om$ .

Угол  $PON$ , равный  $30^\circ$ , получают делением угла  $60^\circ$  пополам. Деление угла  $30^\circ$  пополам дает угол, равный  $15^\circ$ . Угол  $75^\circ$  получается как сумма углов  $60^\circ$  и  $15^\circ$ .

**Построение касательной к окружности или к дуге.** Чтобы провести касательную к окружности в данной точке  $A$ , надо соединить эту точку с центром  $O$  круга (рис. 69) и в точке  $A$  восстановить к радиусу  $OA$  перпендикуляр  $MN$ , который и будет искомой касательной, т. е. прямой, проходящей вне круга и имеющей с ним одну общую точку, называемую точкой касания.

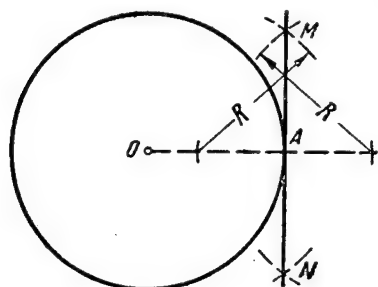


Рис. 69. Построение касательной к окружности или к дуге

Если требуется провести касательную к данной точке дуги, то надо сначала найти ее центр, как описано выше, а затем произвести описанное построение.

**Построение касательной к дуге с недоступным центром.** Приняв точку  $N$  за центр (рис. 70), произвольным, по возможности большим, радиусом делают засечки на дуге  $AB$  в точках  $a$  и  $b$ . Принимают точки  $a$  и  $b$  за центры, и радиусом, несколько большим половины расстояния  $ab$ , проводят вверх и вниз дуги окружности, которые пересекаются в точках  $m$  и  $n$ .

При соединении точек  $m$  и  $n$  прямой получают направление радиуса дуги. Восстановленный из данной точки  $N$  к прямой  $mn$  перпендикуляр  $CD$  и будет искомой касательной.

**Построение касательной в точке, лежащей на произвольной кривой линии.** Из точки  $A$  (рис. 71), как из центра, делают на кривой произвольным радиусом засечки  $m$  и  $n$ . Соединяют точки  $m$  и  $n$  прямой линией.

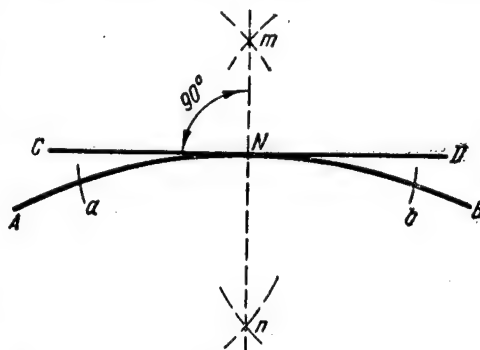


Рис. 70. Построение касательной к дуге с недоступным центром

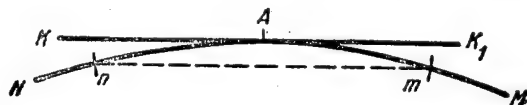


Рис. 71. Построение касательной в точке, лежащей на произвольной кривой линии

Через точку  $A$  параллельно линии  $mn$  проводят линию  $KK_1$ , которая и будет касательной к данной кривой  $NAM$  в точке  $A$ .

**Построение овального выреза по данным осям.** Проводят большую ось  $AB$  овала (рис. 72). Принимая точки  $A$  и  $B$  за центры, а за радиус — половину длины малой оси овала ( $OD=OC=r$ ), делают этим радиусом дуговые засечки на большой оси и получают точки  $m$  и  $n$ . Принимая эти точки за центры, тем же радиусом описывают неполные окружности. Если провести касательные  $KE$  и  $K_1E_1$  к этим окружностям параллельно  $AB$ , то получим очертание овала.

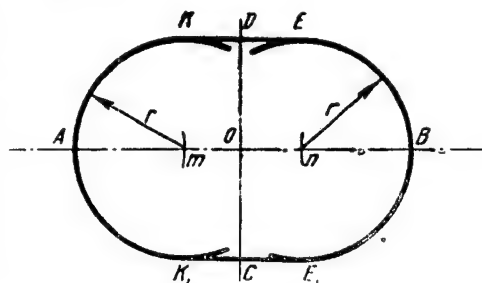


Рис. 72. Построение овального выреза

**Построение эллипса по**

**его осям.** Предположим, что даны большая ось  $AB$  и малая ось  $CD$  эллипса (рис. 73). Точку  $O$  пересечения осей принимают за центр и радиусом  $OA=OB$  проводят окружность, которая пройдет через точки  $A$  и  $B$ . Из этого же центра радиусом, равным половине малой оси  $CD$  ( $OC=OD$ ), проводят вторую окружность, которая пройдет через точки  $C$  и  $D$ . Делят окружность радиуса  $OA$  на какое-нибудь число равных частей, в данном случае на 12. Получают точки  $1', 2', 3', \dots, 12'$ . Точки деления окружности соединяют с центром  $O$ . При этом окружность радиуса  $OC$  также разделится на такое же число равных частей в точках  $1'', 2'', 3'', \dots, 12''$ . Из точек  $1', 2', 3', \dots, 12'$  проводят линии, перпендикулярные прямой  $AB$ , до пересечения с горизонтальными

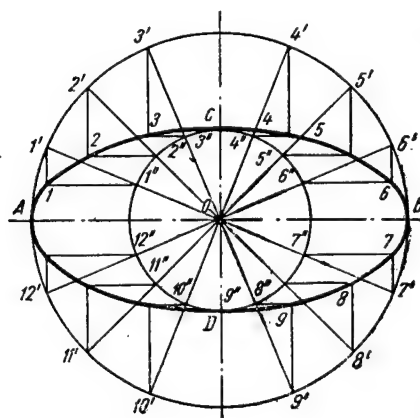


Рис. 73. Построение эллипса по его осям

линиями, проведенными параллельно прямой  $AB$  из точек  $1'', 2'', 3'', \dots, 12''$ . Точки пересечения линий, проведенных из однозначных точек окружностей ( $1'$  и  $1''$ ,  $2'$  и  $2''$  и т. д.) после соединения плавной линией дадут эллипс.

#### § 34. РАЗВЕРТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Геометрическим телом называется тело, занимающее некоторую часть пространства и имеющее определенные форму и размеры. Геометрическое тело ограничено поверхностями.

В зависимости от количества и характера поверхностей, ограничивающих геометрические тела, различают тела **многогранные** и **круглые**.

К многогранным телам относятся куб, параллелепипед, призма и пирамида, к круглым — цилиндр, конус и шар.

Разверткой называется изображение совмещенных с плоскостью поверхностей данного тела.

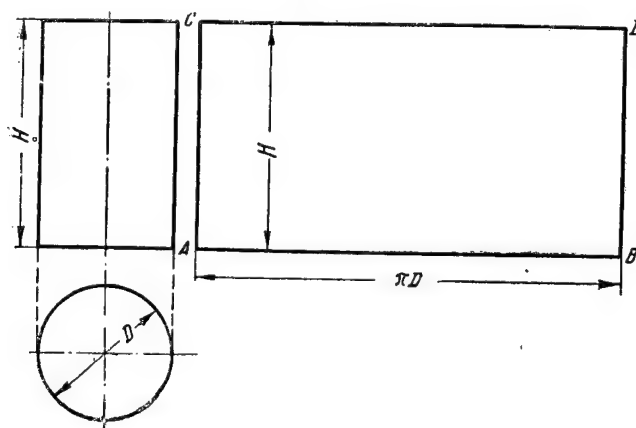


Рис. 74. Развертка прямого кругового цилиндра

В практике развертку делают при разметке для нахождения контура заготовки, необходимой для изготовления изделия (или части его) данной геометрической формы.

**Развертка боковой поверхности прямого кругового цилиндра.** Эта развертка представляет собой прямоугольник высотой  $H$  (рис. 74), равной высоте цилиндра, и основанием, равным  $\pi D$ , где  $\pi = 3,14$ , а  $D$  — диаметр основания цилиндра, т. е. равным спрямленной длине окружности основания цилиндра.

Для построения развертки цилиндра проводят прямую  $AB$ , равную спрямленной длине окружности  $\pi D$  основания цилиндра. В конечных точках  $A$  и  $B$  прямой восстанавливают перпендикуляры, на которых откладывают отрезки  $AC$  и  $BD$ , равные высоте цилиндра  $H$ . Полученные точки  $C$  и  $D$  соединяют прямой линией; образованный таким образом прямоугольник  $ABCD$  и будет разверткой боковой поверхности цилиндра.

Для получения полной развертки к верхней и нижней сторонам прямоугольника пристраивают касательные окружности — верхнее и нижнее основания цилиндра, взятые с его горизонтальной проекции.

**Развертка боковой поверхности прямого кругового цилиндра, усеченного плоскостью, наклонной к основанию.** Если даны две проекции цилиндра, усеченного наклонной к основанию плоско-

стью, то развертка боковой поверхности и определение истинной величины сечения производятся следующим образом (рис. 75).

Окружность (основание цилиндра) делят на некоторое число равных частей, например на 12, и точки деления проектируют (переносят) на вертикальную проекцию до пересечения со следом секущей плоскости. Далее проводят горизонтальную прямую  $AB$ , длина которой равна длине спрямленной окружности основания цилиндра  $\pi D$ , и также делят ее на такое же число равных частей, т. е. на 12. Из точек деления 1, 2, 3 и т. д. восстанавливают пер-

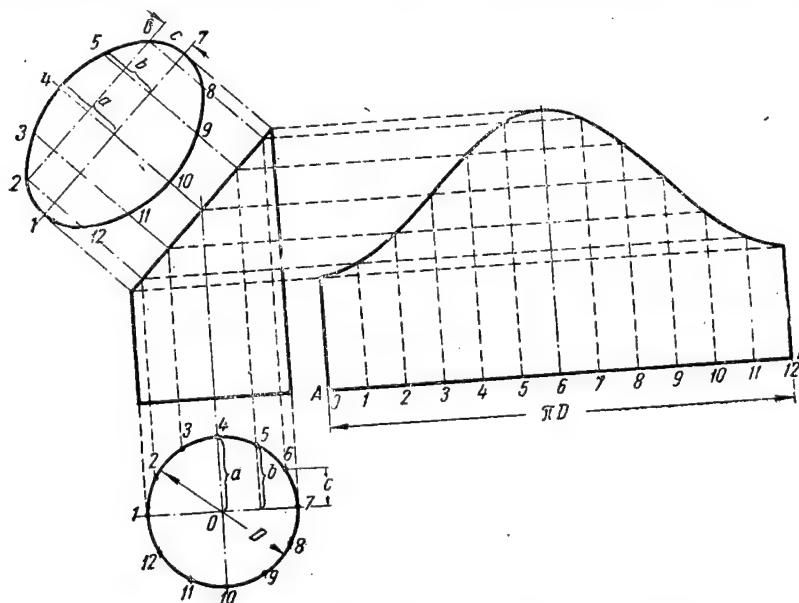


Рис. 75. Развертка прямого кругового цилиндра, усеченного плоскостью, наклонной к основанию

пендикуляры к прямой  $AB$  и откладывают на них отрезки, взятые с вертикальной проекции и равные длинам однозначных образующих. В результате этого получают ряд точек, которые соединяют плавной кривой линией. Таким образом получают развертку боковой поверхности усеченного цилиндра. Сечение цилиндра будет иметь форму эллипса, большая ось которого равна следу секущей плоскости, а малая ось — диаметру цилиндра. Построение эллипса показано на рис. 75.

Для получения полной развертки к верхней линии развертки боковой поверхности надо пристроить касательно эллипс верхнего основания, полученный построением, и к прямой  $AB$  — окружность нижнего основания, взятую с горизонтальной проекции.

**Развертка кругового конуса.** Развертка боковой поверхности конуса представляет собой сектор (рис. 76), радиус которого ра-

вен длине  $l$  образующей конуса, а длина дуги сектора  $AB$  равна длине окружности основания конуса, т. е.  $2\pi R$  или  $\pi D$ , где  $R$  и  $D$  — соответственно радиус и диаметр основания конуса.

Для построения развертки боковой поверхности конуса из произвольной точки  $O$ , как из центра, очерчивают дугу  $MN$  радиусом  $l$ , равным длине образующей конуса. На этой дуге выбирают точку  $A$  и откладывают от нее длину окружности основания ко-

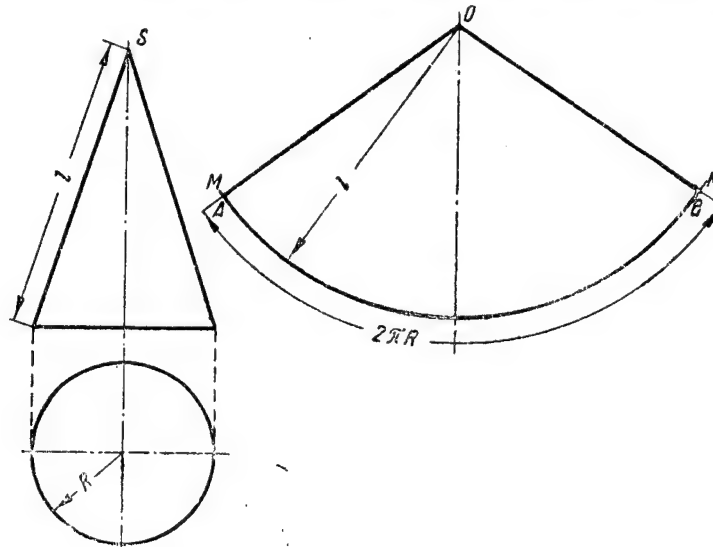


Рис. 76. Развертка кругового конуса

нуса при помощи гибкой рейки или рулетки, поставленной на ребро и изогнутой по дуге  $MN$ . Точки  $A$  и  $B$  соединяют с точкой  $O$ . Полученный сектор и представляет собой развертку боковой поверхности конуса. Полная развертка поверхности конуса будет получена, если к дуге  $MN$  пристроить касательно окружность основания конуса.

**Развертка кругового конуса, усеченного плоскостью, параллельной основанию.** Эту развертку производят так же, как развертку полного кругового конуса.

Зная величину образующей  $L$  (рис. 77) и радиус основания  $R$  конуса, строят полную развертку его, затем радиусом  $h$ , равным разности образующих, т. е.  $L-l$ , проводят в секторе развертки конуса дугу  $CD$  и получают фигуру, которая представляет собой развертку боковой поверхности конуса, усеченного плоскостью, параллельной основанию.

**Развертка кругового конуса, усеченного плоскостью, наклонной к основанию.** Если даны две проекции усеченного конуса и необходимо построить развертку боковой поверхности, найти проекцию



получаемого эллипса и истинный вид его, начинают с построения сектора, как и для развертки полного кругового конуса. Далее необходимо разделить дугу развертки сектора на такое же количество равных частей, что и окружность (проекция конуса в плане). Точки деления дуги сектора соединяют с вершиной  $S$  конуса (рис. 78).

Для нахождения истинных величин отрезков образующих конуса проводят прямые, параллельные вертикальному следу основания конуса, до пересечения с образующей  $1S$  в точках  $1, 2, 3, \dots, 7$ . Откладывая на развертке от точки  $S$  на прямых  $1S, 2S, 3S, \dots, 13S$  истинные отрезки однозначных образующих с вертикальной проекции, получают ряд точек, через которые проводят плавную кривую. Фигура, ограниченная этой кривой, двумя прямыми  $1S$  и  $13S$  и дугой окружности, и будет разверткой боковой поверхности конуса, усеченного наклонной к основанию плоскостью.

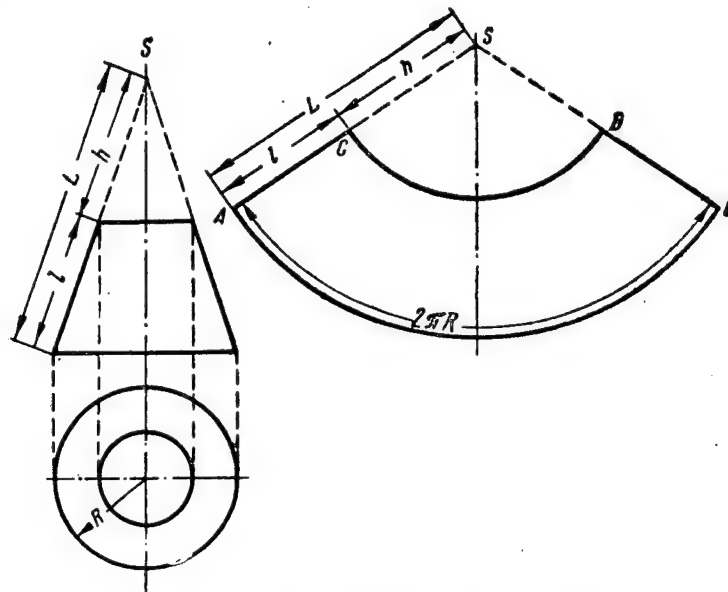


Рис. 77. Развертка кругового конуса, усеченного плоскостью, параллельной основанию

Для нахождения точек проекции эллипса необходимо провести на вертикальной проекции ряд образующих, для чего делят окружность (проекцию конуса в плане) на некоторое число равных частей, например 12. Точки деления окружности  $1, 2, 3, \dots, 12$  проектируют на вертикальную проекцию основания конуса и соединяют их с вершиной конуса (точкой  $S$ ); при этом получают ряд образующих (пунктирные линии).

Для получения образующих в плане точки деления окружности основания соединяют прямыми с ее центром. Из точек пересечения образующих вертикальной проекции конуса со следом секущей плоскости опускают перпендикуляры до пересечения с однозначными образующими в плане. Эти пересечения дадут точки  $1', 2', 3', \dots, 12'$ , которые при их соединении образуют проекцию эллипса.

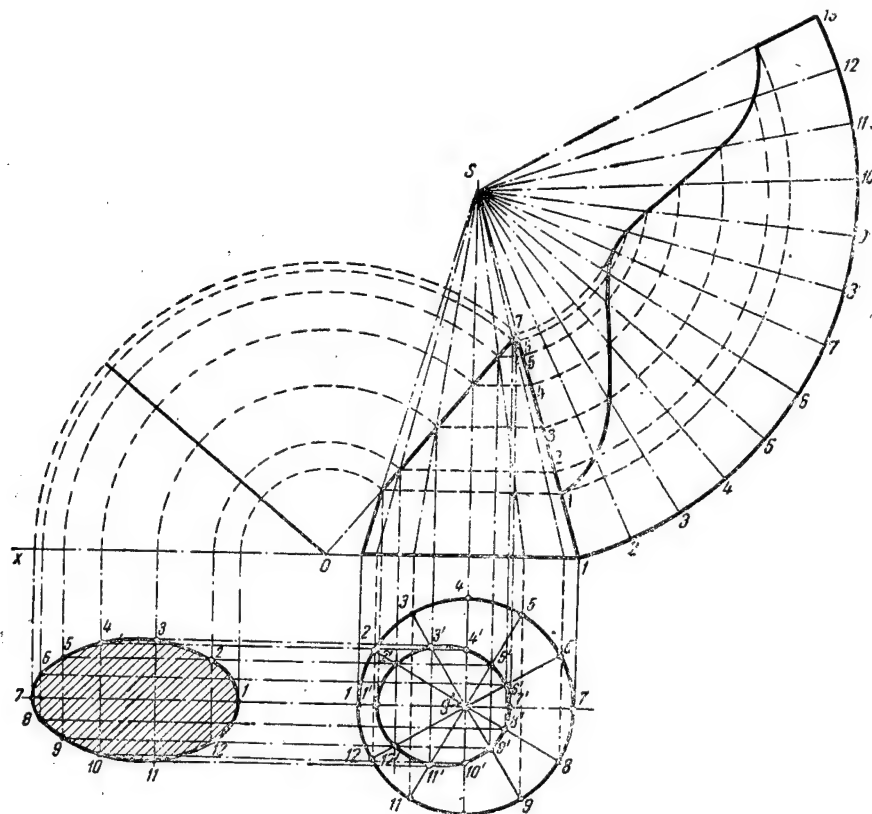


Рис. 78 Развертка конуса, усеченного плоскостью, наклонной к основанию

Истинную величину сечения эллипса (заштрихованная плоскость) находят методом совмещения, построение по которому сделано на рис. 78, причем размер большей оси эллипса берется с боковой проекции. Остальные точки эллипса определяются переносом точек пересечения соответствующих радиусов с горизонтальной проекции.

**Развертка правильной шестигранной призмы.** Для построения развертки призмы (рис. 79) необходимо иметь две ее проекции, причем высота и основания призмы на чертеже должны быть спроектированы без искажения.

Развертку боковой поверхности призмы можно получить, если разрезать ее по одному из ребер и совместить (растянуть) ее грани с плоскостью чертежа. Развертка боковой поверхности призмы имеет вид прямоугольника, основание которого равно длине шести сторон правильного шестиугольника, лежащего в основании данной призмы, а высота равна высоте ее.

Для получения полной развернутой поверхности призмы необходимо внизу и наверху прямоугольника пристроить основания призмы — шестиугольники со стороной  $a$ , взятые с горизонтальной проекции.

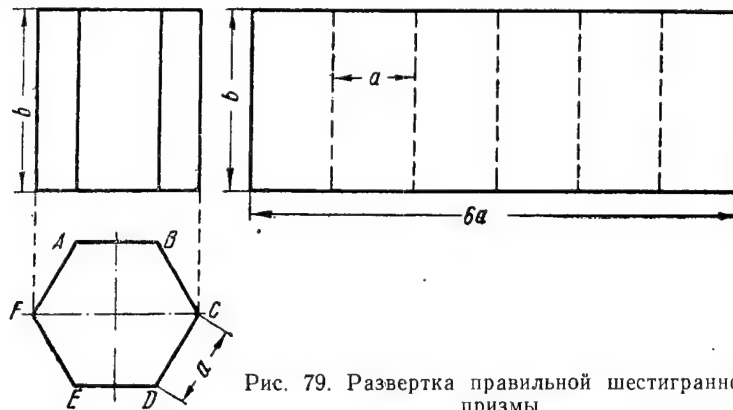


Рис. 79. Развертка правильной шестигранной призмы

Точно таким же образом развертываются поверхности других правильных призм, параллелепипеда и куба.

**Развертка правильной шестигранной пирамиды.** Для развертки пирамиды надо произвести развертку ее боковой поверхности, представляющей собой шесть равных равнобедренных треугольников. Развертку боковой поверхности производят в таком порядке (рис. 80). Имея пирамиду в двух проекциях, из точки  $S$ , как из центра, радиусом, равным ребру  $Sa$  (взятому с вертикальной проекции и изображенному в натуральную величину), очерчивают дугу  $AA_1$ . На этой дуге выбирают точку  $A$  и от нее наносят на дуге циркулем засечки  $B, C, D, E, F, A_1$ , расстояние между которыми равно стороне  $d$  основания пирамиды (взятой с горизонтальной проекции). Полученные таким образом точки на дуге соединяют отрезками прямых, а также с центром дуги  $S$  и получают развертку боковой поверхности правильной пирамиды.

Для получения полной развертки пирамиды необходимо внизу пристроить правильный шестиугольник — основание пирамиды, взятый с горизонтальной проекции ее.

**Развертка правильной шестигранной пирамиды, усеченной плоскостью, параллельной основанию.** На рис. 81 изображена усеченная пирамида в двух проекциях.

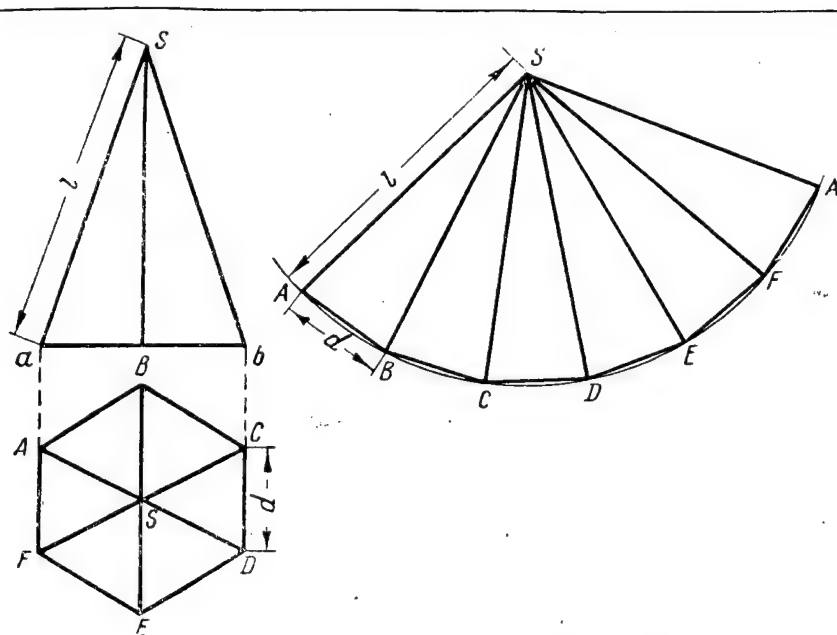


Рис. 80. Развертка правильной шестигранной пирамиды

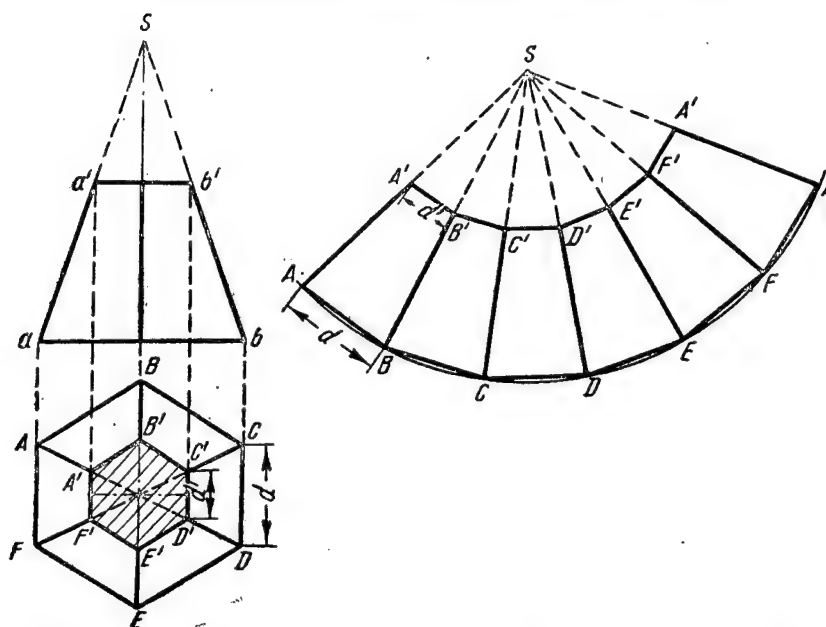


Рис. 81. Развертка правильной шестигранной пирамиды, усеченной плоскостью, параллельной основанию

Необходимо определить величину сечения и построить развертку боковой поверхности нижней отсеченной части пирамиды. Для определения истинной величины сечения строят горизонтальную проекцию верхнего основания усеченной пирамиды простым проектированием, т. е. путем опускания перпендикуляров из точек пересечения ребер пирамиды на вертикальной проекции с однозначными ребрами на горизонтальной проекции. Полученные при проектировании точки соединяют отрезками прямых линий, которые и дают очертания горизонтальной проекции верхнего основания усеченной пирамиды.

Построение развертки боковой поверхности производят так же, как и в предыдущем примере, т. е. строят развертку неусеченной пирамиды и из точек  $A, B, C, D, E, F$  и  $A$  откладывают отрезки, равные  $aa' = bb'$ .

Развертка боковой поверхности усеченной пирамиды показана на рис. 81.

Для получения полной развертки к одной из сторон развернутой усеченной пирамиды внизу и наверху необходимо пристроить шестиугольники — нижнее и верхнее основания, взятые с ее горизонтальной проекции.

### § 35. РАЗВЕРТКА ЛИСТОВ НАРУЖНОЙ ОБШИВКИ СУДНА

Для определения истинных контуров изогнутых листов наружной обшивки при разметке необходимо сделать их развертку. Для этого разметчик использует сделанный на плазе чертеж корпуса судна.

Стыки листов наружной обшивки всегда располагаются в промежутках между шпангоутами. На плазе они изображаются кривыми линиями, похожими на линии шпангоутов. Если спрямить линии шпангоутов в пределах расположения листа и линии стыков, то получают истинные очертания и размеры листа. Пазовые линии листов также изображаются на корпусе в виде плавных кривых линий.

Развертки отдельных листов наружной обшивки можно производить тремя способами: шаблонами, снятыми с плаза, каркасами, изготовленными по данным с плаза, и геометрическими построениями.

Наиболее дешевым и удобным является геометрический (графический) способ развертки, выполняемый на плазе.

Графических способов развертки имеется несколько; все они довольно сложны и трудоемки. Наиболее простым из них является способ развертки листов при помощи вспомогательных линий, которые называются *строеными*, проводимых геометрическими построениями вдоль развертываемого листа и пересекающих все линии шпангоутов, находящихся в пределах данного листа.

Развертка сводится к снятию реек с кривых линий верхнего и нижнего пазов листа и строевых линий, построению линий растяжек по этим рейкам, изготовлению реек растяжек и шпангоутных реек.

Пользуясь указанными рейками, строят развертку изогнутого листа наружной обшивки судна.

Построение разверток при помощи каркаса начинается с изготовления из реек по данным плаза плоских рамок (козелков), внешние очертания которых дают точные обводы шпангоутов, находящихся в районе разгибаемого листа.

Рамки соединяются между собой и образуют каркас с криволинейной поверхностью, соответствующей поверхности данного листа.

Пользуясь каркасом, можно:

- 1) снять плоские реечные шаблоны с криволинейной поверхности на каркасе для построения развертки листа;
- 2) проверить при помощи шаблона правильность развертки, построенной графическим способом;
- 3) изготовить по каркасу металлический шаблон — постель для горячей гибки листа на плите;
- 4) проверить кривизну листа после гибки.

Способ развертки шаблонами состоит в снятии шаблона из плоских реек «с места» на корпусе судна, где находится данный лист.

Стоимость развертки при помощи каркасов и шаблонов выше, чем стоимость развертки геометрическим способом, который является самым дешевым и распространенным.

Для развертки листов наружной обшивки применяют также специальные линейки, приборы и станки.

### § 36. ВИДЫ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Для постройки корпуса судна составляют различные чертежи. Одни чертежи должны давать представление о форме очертаний корпуса, другие — о расположении на нем оборудования, устройств, помещений и др., третьи — о конструкции корпуса и его деталей. Разрабатываются также чертежи, по которым производятся сборка и сварка узлов и секций, сборка и сварка корпуса судна из узлов и секций и др.

К чертежам, служащим для выполнения определенных работ, на различных этапах постройки корпуса судна предъявляются различные требования.

Все чертежи, изготавливаемые для постройки судна, делятся на шесть групп:

- 1) чертежи по корпусной части;
- 2) чертежи по механической части;
- 3) чертежи по электротехнической части;
- 4) чертежи по радиотехнической части;
- 5) чертежи по системам и трубопроводам;

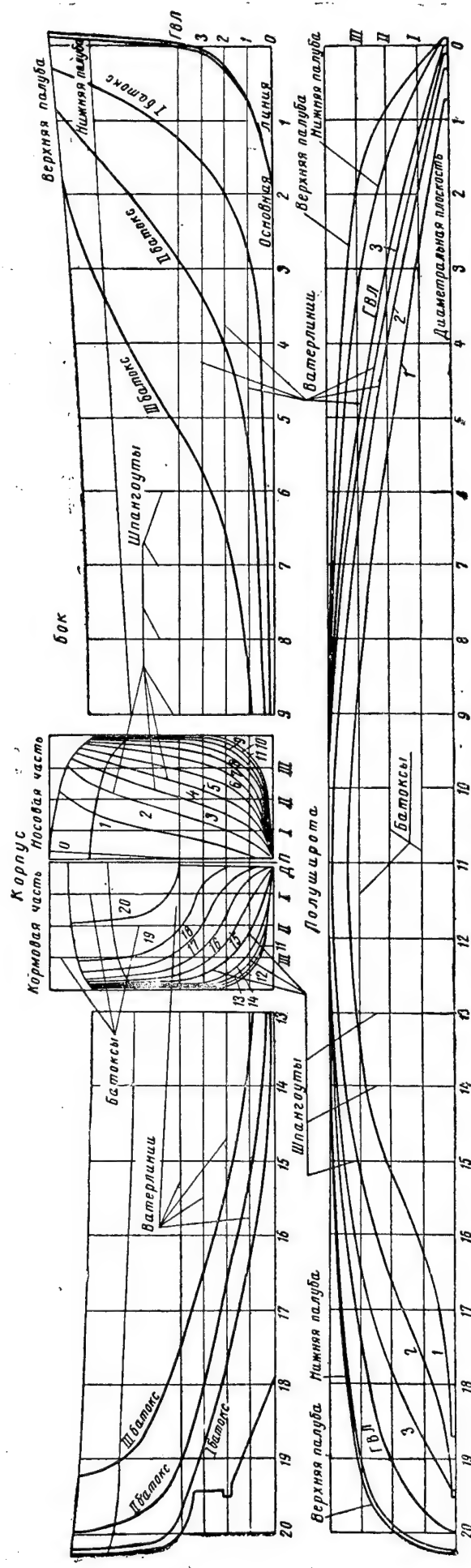


Рис. 82. Теоретический чертеж судна



[illegible]

6) чертежи дельных вещей.

Назначение чертежей первых пяти групп ясно из их названия.

К дельным вещам относятся: леерные и тентовые стойки, шлюпбалки, иллюминаторы, кнехты, килевые планки и др.

Чертежи, служащие для изготовления корпуса, делятся на следующие виды:

1. Теоретические чертежи, которые характеризуют только форму обводов наружной поверхности корпуса судна и его отдельных частей. Теоретические чертежи вычерчиваются на бумаге при составлении проекта судна и в зависимости от размеров последнего делается в масштабе 1 : 5; 1 : 10; 1 : 25; 1 : 50; 1 : 100.

Теоретический чертеж корпуса судна (рис. 82), является одним из основных чертежей при постройке судна.

По теоретическому чертежу производятся все расчеты по судну, определяющие его мореходные качества: плавучесть, остойчивость, непотопляемость, скорость хода, поворотливость.

Теоретические чертежи, характеризующие форму и очертания деталей, конструкций и судна в целом, служат основанием для составления других чертежей судна: общего расположения, конструктивных и рабочих.

2. Чертежи общего расположения (см. рис. 105) вычерчивают для изображения общего внутреннего устройства судна и расположения на палубах всех помещений и устройств.

На чертежах общего расположения конструктивные данные, относящиеся к корпусу судна или его деталям, его оборудованию и пр. не указываются, на них даются только очертания судна, его помещений, устройств, предметов оборудования и пр.

К чертежам общего расположения относятся: наружный вид судна, продольный разрез, планы палуб, платформ, трюмов и надстроек, поперечные разрезы в различных местах судна, размещение оборудования в машинных и котельных отделениях и др.

На чертежах общего расположения размеры, как правило, не проставляются. Положение помещения или оборудования на судне и размеры его по длине судна обычно определяют, указывая номера шпангоутов, где оно расположено, число шпангоутных расстояний, которое оно занимает, борт судна — правый или левый, в носовой или кормовой части судна, на какой палубе и т. д. Например, местонахождение на судне какой-либо каюты указывается так: «каюта расположена на главной палубе, в корме, по правому борту, между шпангоутами 108—112».

3. Чертежи устройств, систем и трубопроводов дают точное представление о расположении судовых устройств, систем и трубопроводов по всему судну и служат для монтажа их на судне.

4. Конструктивные чертежи (рис. 33) определяют конструкцию корпуса и его деталей и дают точное представление о расположении основных связей и их размерах. Эти чертежи вычерчиваются в виде продольных разрезов, планов и в случае необходимости — поперечных сечений. На этих чертежах указываются размеры про-

филей, толщины листов, способы их соединения и другие сведения, а иногда подробно, в увеличенном масштабе, изображают конструкции отдельных деталей и узлов в некоторых районах судна. Конструктивные чертежи охватывают все элементы набора корпуса судна; они составляются подробно и служат для разработки рабочих чертежей.

Основными конструктивными чертежами являются: чертеж практического мидель-шпангоута, чертеж продольного распределения набора и связей, чертежи набора палуб, платформ, второго дна, продольных и поперечных переборок, фундаментов под главные механизмы, чертежи форштевня и ахтерштевня и др.

Чертеж практического мидель-шпангоута является важнейшим конструктивным чертежом корпуса судна. На его основе разрабатывают конструктивные и рабочие чертежи. На чертеже практического мидель-шпангоута показывают систему набора корпуса судна и дают его основные размеры и размеры отдельных его конструктивных частей и деталей в различных местах по длине и ширине корпуса.

Конструктивный чертеж мидель-шпангоута обычно выполняется в большем масштабе, чем остальные конструктивные чертежи.

Конструктивный чертеж распределения набора и связей по длине судна показывает взаимное расположение и сопряжение отдельных элементов набора и связей корпуса.

5. Рабочие чертежи (рис. 84) служат для изготовления отдельных деталей и частей судна, а также сборки и сварки узлов, секций, устройств и пр. Поэтому рабочие чертежи должны давать полное и ясное представление о форме, всех необходимых размерах конструкции частей судна, содержать указания о роде материала, из которого должны быть изготовлены детали и конструкции, способе соединения их между собой, способе их проверки, испытания и пр.

К рабочим чертежам металлического корпуса относится также чертеж растяжки наружной обшивки, который дает ясное представление о распределении листов обшивки в продольном и поперечном направлении судна, чертежи второго дна, поперечных и продольных переборок, настилов, палуб, платформ, флоров, надстроек и др.

Рабочие чертежи состоят из:

- 1) общих видов;
- 2) сборочных чертежей;
- 3) сборочно-детальных чертежей;
- 4) деталей-чертежей.

Чертежи общих видов являются поясняющими. К ним относятся общие виды судна, механизмов, схемы общего расположения механизмов, помещений, трубопроводов, монтажные схемы.

На сборочных чертежах изображают виды и разрезы конструкции или изделия (секции, узла). Детали конструкции или изделия на них не приводятся.

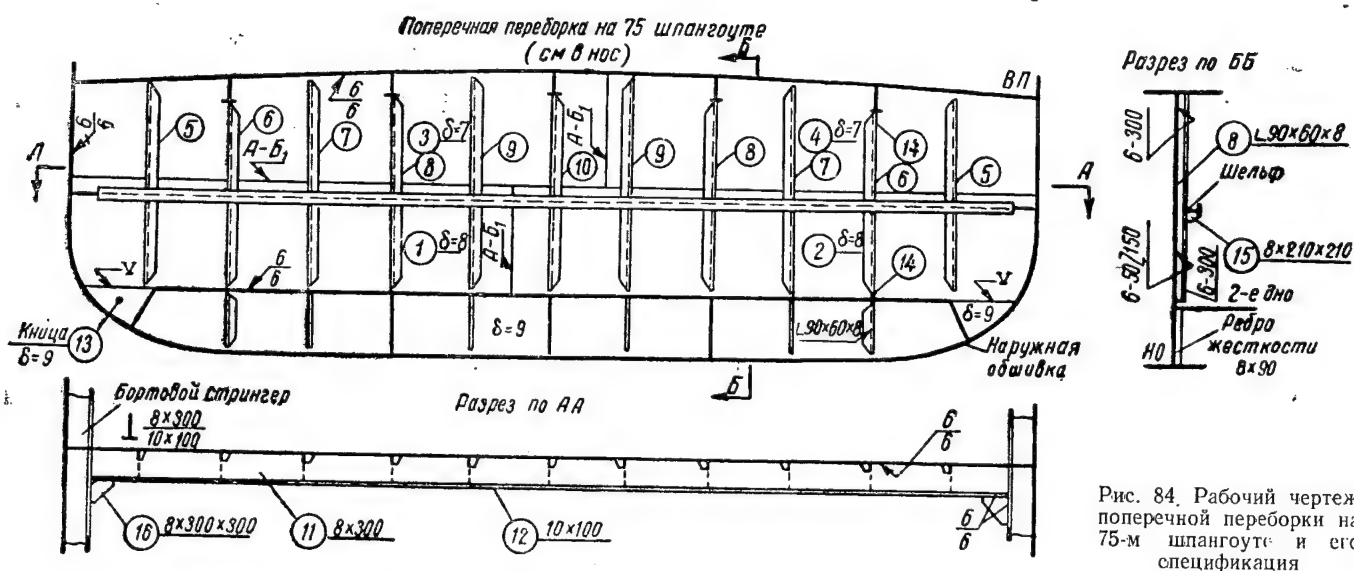


Рис. 84. Рабочий чертеж поперечной переборки на 75-м шпангоуте и его спецификация

Спецификация к чертежу поперечной переборки на 75-м шпангоуте (к рис. 84)

16	Кница 8×300×300	2			Ст. 3		
15	Кница 8×210×210	11			Ст. 3		
14	Кница 8×250×250	10			Ст. 3		
13	Кница δ=9	2			Ст. 3		
12	Полоса 10×100	1			Ст. 3		
11	Шельф 8×300	1			Ст. 3		
5-10	Стойка из L 90×60×8	11			Ст. 3		
3-4	Лист δ=7	2			Ст. 3		
1-2	Лист δ=8	2			Ст. 3		

№ чертежа или норматива	№ детали	Наименование детали и размеры по чертежу	Количество на 1 объект	1 шт.	На 1 объект	Условная маркировка	Размеры	Количество
					Теоретический вес в кг		Заготовка на 1 объект	

Сборочно-детальные чертежи, кроме видов и разрезов конструкции или изделия, содержат еще несколько деталей, вычерченных отдельно.

Деталь-чертеж представляет собой изображение на отдельном листе одной детали. Этого чертежа достаточно для изготовления детали без помощи других чертежей.

Каждый сборочный чертеж имеет подробную опись всех деталей, составляющих изображенную на нем конструкцию. В описи указываются порядковые номера деталей, их наименования, номера чертежей, на которых детали разработаны более подробно, если такие имеются, размеры деталей, количество деталей каждого наименования, входящих в состав конструкции, а также вес каждой детали, всех деталей данного наименования и всей конструкции в целом. Такая опись деталей на чертеже называется спецификацией; обычно она приводится в правом нижнем или верхнем углу рабочего чертежа (см. рис. 84).

Размеры на чертежах указываются в миллиметрах.

Рабочие чертежи конструкций корпуса судна во многих случаях не имеют всех размеров. Недостающие размеры получают после разбивки этих конструкций на плазе в натуральную величину.

При изменении на чертеже размера его зачеркивают, над ним надписывают новый размер, а на чертеже делают соответствующую оговорку. Изменять размеры на чертежах имеет право только организация, которая их разработала.

Все размеры, имеющие приписку «ок.» (что означает—«около»), или «по месту», должны уточняться по плазу или по месту на судне или секции.

На чертежах детали и их проекции изображаются обычно в уменьшенном размере, реже — в натуральном или увеличенном размере. Число, показывающее, во сколько раз размеры детали на чертеже изменены по сравнению с действительными (натуральными), называется масштабом. Масштаб выражает уменьшение, увеличение или натуральную величину детали.

Масштаб на чертеже обозначается буквой «М» с двумя цифрами, из которых одна всегда равна единице.

Натуральный масштаб обозначается «М1:1». Это указывает на то, что чертеж сделан в масштабе один к одному, т. е. в натуральную величину.

Обозначения «М 1 : 2», «М 1 : 5», «М 1 : 100» и т. д. указывают, что чертеж выполнен в два, пять и сто раз меньше натуральной величины, т. е. что 2, 5 и 100 миллиметров на предмете равны одному миллиметру на чертеже.

Обозначения «М 2 : 1», «М 5 : 1» и т. д. указывают на то, что чертеж увеличен в два, пять и т. д. раз по сравнению с натуральной величиной, т. е. что один миллиметр на предмете равен двум, пяти и т. д. миллиметрам на чертеже.

Масштаб на чертежах указывается в нижнем правом углу, а на чертежах деталей — непосредственно у каждой из них.

На всех чертежах и документах, выпускаемых для постройки судна, в правом нижнем углу ставят их номера. Номер на чертеже состоит из двух чисел и буквы между ними, соединенных черточками, например «53-Ж-35». Первое число указывает номер проекта, по которому строится судно. Этот номер дается организацией, которая разрабатывает проект судна, его рабочие чертежи и прочую техническую документацию.

Буква после номера проекта имеет следующее значение. Для удобства учета и планирования постройки судна все работы на нём разбиваются на группы. Каждой группе работ присваиваются определенное название и буква. Например, группе «стальной корпус» — буква «Ж», группе «машины паровые» — буква «М», группе «котлы паровые» — буква «К», группе «трубопроводы» — буква «П», группе «отопление, вентиляция, охлаждение» — буква «О» и т. д. Этими буквами в обязательном порядке пользуются заводы и организации, выпускающие чертежи и документы по судну.

Таким образом, буква после номера проекта означает, к какой группе работ относится данный чертеж. Последнее число указывает порядковый номер чертежа по данной группе.

На все чертежи и документы, которые разрабатывают для постройки судна, составляют описи, называемые узловыми журналами и чертежами. Узловой журнал составляется для чертежей каждого узла. Все узловые журналы собирают в общий узловой журнал по группам работ. Из узлового журнала можно увидеть, какие чертежи по данному узлу выпущены, какие заменены и т. д.

На рабочих чертежах корпуса судна имеется много условных обозначений, сокращенных названий связей набора, особых указаний по обработке и сборке и др. Поэтому для того, чтобы лучше разбираться в чертежах по корпусу судна, необходимо изучить все эти условные обозначения.

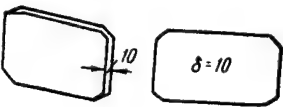
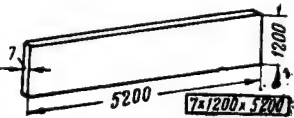
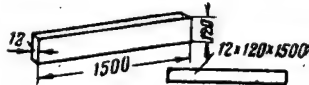
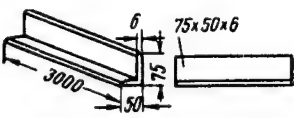
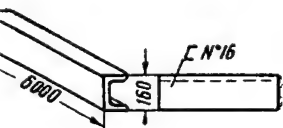



#### § 37. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Имеющиеся на судостроительных чертежах условные обозначения применяются для облегчения и упрощения разработки и чтения чертежей. Этих условных обозначений применяют много, особенно на рабочих чертежах (табл. 4—8), причем их выполняют в соответствии с таблицами ГОСТ и нормами министерств.

Обозначения, установленные ГОСТ, обязательны для всех организаций Советского Союза, нормами же выпускаются отдельными министерствами и они обязательны только для организаций министерств, которые их выпустили, но могут применяться и организациями других министерств.

Таблица 4

Условные обозначения на рабочих чертежах

Наименование	Обозначение	Пример обозначения	Пояснение обозначения	Эскиз
I. Листовой и профильный материал				
Толщина листа	$\delta$	$\delta=10$	10—толщина	
Лист		$7 \times 1200 \times 5200$	7—толщина 1200—ширина 5200—длина	
Полоса		$12 \times 120$ $l=1500$	12—толщина 120—ширина 1500—длина	
Угольник	L	L $75 \times 50 \times 6$ $l=3000$	75—ширина полки 50—ширина полки 6—толщина 3000—длина угольника	
Швеллер	C	C № 16 $l=6000$	16—высота швеллера в сантиметрах 6000—длина	
Полособульб		 8 или $80 \times 5$	8—высота в сантиметрах (или 80 мм) 5—толщина	



Продолжение табл. 4

Наименование	Обозначение	Пример обозначения	Пояснение обозначения	Эскиз
Сварной тавровый профиль		$\frac{8 \times 300}{12 \times 120}$ $l=5000$	В числителе — размеры стенки: 8 — толщина 300 — высота в знаменателе — размеры пояса: 12 — толщина 120 — ширина 5000 — длина	
Стыки листов и профилей	—		—	
Стыки и пазы поясов наружной обшивки	—		—	
II. Заклепочные соединения				
Обозначение и расположение заклепок	Зак. 	Зак. $d=19$ $t=5d$	Зак. — заклепка $d$ — диаметр $t$ — шаг заклепок	
Число рядов заклепок по стыковому и пазовому перекрытиям		$+ \# \#\#$	$+$ — один ряд заклепок $\#$ — два ряда заклепок $\#\#$ — три ряда заклепок	
Число рядов заклепок по стыковому и пазовым планкам		$\Leftarrow \Leftarrow \Leftarrow$	$\Leftarrow$ — один ряд заклепок $\Leftarrow \Leftarrow$ — два ряда заклепок	

Таблица 5

Обозначения сварных швов				
Вид сварки	Типы швов	Эскиз подготовки кромок	Знак типа шва	
			без подварки	с подваркой
Электро- дуговая и газовая	Сты- ковые	без скоса кромок		
		V-образные		
		У-образные с односторонним скосом кромок		
		X-образные		
	Угло- вые	без скоса кромок		Проставляется катет шва
		с односторонним скосом кромок		
		с двусторонним скосом кромок		
Контакт- ная	Точечный			

Таблица 6

## Дополнительные обозначения швов











Условный знак	Наибольший размер знака	Назначение и применение знаков
	Длина—4 мм	Знак, проставляемый между размерами
	Длина—6 мм Угол наклона—60°	Знак, проставляемый перед размером шага шва для обозначения угловых, прерывистых и точечных швов (цепное расположение шва)
	Высота—6 мм Ширина—4 мм	То же, при шахматном расположении шва
	Длина—6 мм Высота—3 мм	Знак расположения угловых швов по периметру
	Толщина линии—1,5 мм	Видимые стыковые швы
	Высота штриховки—4 мм	Невидимые стыковые швы
	Высота штриховки—4 мм	Видимые и невидимые двусторонние стыковые швы
	Толщина линии—1,5 мм	Видимые угловые швы
	Высота штриховки—2 мм	Невидимые угловые швы
	Высота штриховки—2 мм	Видимые и невидимые двусторонние угловые швы

Таблица 7

## Буквенные обозначения элементов швов


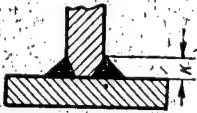
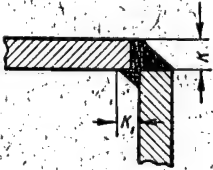
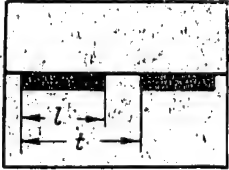
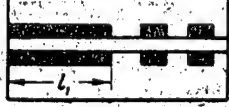
Эскизы конструктивных элементов соединений	Буквенные обозначения	Наименования конструктивных элементов
	$s$	Толщина свариваемого материала
	$k$	Катет углового шва
	$k_1$	Катет подварочного шва
	$t$	Шаг прерывистого шва Длина провариваемого участка прерывистого шва
	$l_1$	Длина непрерывного участка шва

Таблица 8

## Примеры условных обозначений швов на чертежах

Наименование типа шва	При масштабе 1:10 и менее		При масштабе более 1:10	
	Виды в плане и разрезе		Виды в плане и разрезе	
	видимый шов	невидимый шов	видимый шов	невидимый шов
Стыковые швы				
Без скоса кромок и без подварки				
Без скоса кромок с подваркой				
У-образный без подварки				
У-образный с односторонним скосом и подваркой				
Х-образный				
Х-образный с односторонним скосом кромок				
Угловые швы				
Без скоса кромок в соединении впритык				

Продолжение табл. 8

Наименование типа шва	При масштабе 1:10 и менее		При масштабе более 1:10	
	Виды в плане и разрезе		Виды в плане и разрезе	
	видимый шов	невидимый шов	видимый шов	невидимый шов

## Угловые швы

Без скоса кромки при прерывистом и непрерывном шве				
Без скоса кромки в соединении внахлестку				
Без скоса кромки в угловом соединении				
С односторонним скосом кромки и подваркой				
С двусторонним скосом кромки				
Прерывистый шов без скоса кромки. Шахматное расположение провариваемых участков				
С обваркой по периметру				

Нормы обозначений выпускаются также отдельными заводами и в этом случае обязательны только для данного завода.

В табл. 4 приведены условные обозначения листового и профильного материала и заклепочных соединений, применяемые на рабочих чертежах.

Обозначения сварных швов на чертежах регламентируются ГОСТ 5263—50. Согласно ГОСТ сварные швы обозначаются ломаной линией, состоящей из горизонтального и наклонного участков (последний заканчивается односторонней стрелкой, направленной на шов) и условных знаков, приведенных в табл. 5. В видимых швах условные знаки располагают над горизонтальной частью ломаной линии, в невидимых — под ней.

Вид сварки указывается в примечании к чертежу изделия. Если на одном изделии применяется несколько видов сварки, то на горизонтальном участке стрелки впереди обозначения шва ставят буквы: А — при автоматической сварке, Г — при газовой, У — при сварке угольным электродом.

Обозначения шва и его размеры на стрелке проставляют следующим образом:

- 1) для стыковых швов — знак вида сварки и знак типа шва;
- 2) для угловых швов — знак вида сварки, величина катета шва и длина непрерывного участка шва или длина провариваемого участка и шаг шва.

В табл. 5—8 в соответствии с ГОСТ 5263—50 приводятся условные обозначения сварных швов, применяемые на чертежах. Эти обозначения надо знать для того, чтобы правильно читать чертежи, так как без знания их чертежи будут непонятны.

### § 38. ПРАВИЛА ЧТЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

При разборе и чтении чертежей необходимо придерживаться следующего порядка.

Прежде всего надо выяснить, к какому типу судов, строящихся на заводе, относится разбираемый чертеж. Это узнают по номеру проекта, который приведен на чертеже обычно в нижнем правом углу.

Затем по букве в номере чертежа узнают, к какой группе работ относится изготовление конструкции, изображенной на чертеже.

Далее надо внимательно прочитать название чертежа, масштаб его, вес конструкции и отдельных деталей, спецификацию и все имеющиеся на чертеже примечания, которые обычно приводятся около спецификации.

После этого приступают непосредственно к разбору чертежа, причем в первую очередь выясняют, какие виды, проекции и сечения изображены на нем, читают все надписи, разбирают условные обозначения, сокращенные названия и т. п.



В процессе дальнейшего рассмотрения чертежа надо представить себе по имеющимся проекциям и сечениям общий вид и конструкцию изделия в целом.

Затем по проекциям чертежа и по описи деталей, т. е. по спецификации чертежа, определяют общее количество отдельных деталей, составляющих конструкцию, их форму, размеры, материал, из которого они изготавливаются, и способ их соединения.

Разбирая чертеж, надо обратить внимание на вид примененной сварки (автоматическая или ручная), тип швов (сплошной, или прерывистый, односторонний или двусторонний), характер соединения (встык, угловое или впритык) и т. д.

При заклепочном соединении необходимо установить все характеристики клепаного шва: диаметр заклепок, шаг, расположение и т. п.

При чтении чертежей надо стараться смотреть не на одну проекцию, а обязательно на все. Только тогда можно получить ясное представление о форме и конструкции изображенной на чертеже детали или механизма.

При разборе чертежей следует учитывать, что каждая проекция, как изображение на плоскости, дает только два размера изображенного предмета. Третий размер находится на другой проекции. Поэтому отдельные проекции надо сопоставлять.

Если требуется найти на чертеже какой-нибудь размер, то его надо искать на всех проекциях, потому что на чертежах размеры ставят один только раз, т. е. на одной проекции, и больше их не повторяют.

Для того чтобы научиться хорошо читать судостроительные чертежи, и особенно рабочие чертежи, необходимо упражняться в разборе и чтении их. Хорошим методом разбора чертежа является зарисовка эскизов отдельных узлов и соединений, изображенных на нем.

Для упражнения полезно также разбирать чертеж одновременно с рассмотрением самого изделия или его деталей и сравнивать их. Это дает возможность лучше понять способы составления чертежей и их соответствие изображенной детали.

При изучении устройства судна рекомендуется ознакомиться со всеми названиями отдельных частей его корпуса по рабочим чертежам.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют чертежом?
2. Как разделить прямую линию пополам?
3. Как восстановить перпендикуляр в конце прямой линии?
4. Как опустить перпендикуляр из точки, взятой вне прямой?
5. Каким образом находят центр данной окружности или дуги?
6. Как построить угол, равный данному?
7. Как разделить угол на две равные части?
8. Как построить касательную к окружности?

9. Как строится эллипс по его осям?
10. Как производится развертка шестигранной призмы, шестигранной пирамиды, прямого кругового цилиндра, цилиндра, усеченного наклонной плоскостью, кругового конуса, конуса, усеченного наклонной плоскостью?
11. Перечислите виды судостроительных чертежей.
12. Что называют рабочим чертежом?
13. Какие чертежи входят в состав рабочих чертежей?
14. Как обозначается на чертежах автоматическая сварка?
15. Как обозначается на чертежах сварной шов с фаской?
16. Что такое масштаб чертежа?
17. Как проставляют на чертежах размеры?

## Глава V

### РАЗБИВКА КОРПУСА СУДНА НА ПЛАЗЕ И РАЗМЕТОЧНЫЕ РАБОТЫ

#### § 39. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЧЕРТЕЖ СУДНА

Теоретический чертеж (см. рис. 82) представляет собой три графических изображения очертаний корпуса судна, называемые проекциями, на трех взаимно-перпендикулярных плоскостях (рис. 85):

1) вертикально-продольной, проходящей вдоль судна в его плоскости симметрии, называемой диаметральной плоскостью. Она делит корпус судна на две одинаковые части — правую и левую. Сечение поверхности корпуса судна плоскостями, параллельными диаметральной плоскости, дает кривые линии, называемые батоксами;

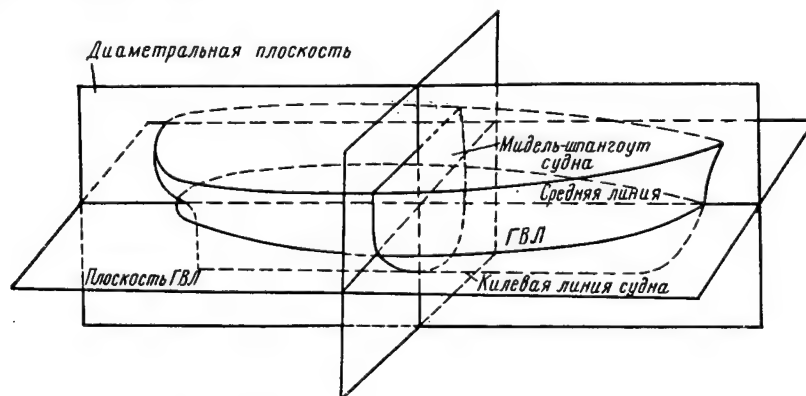


Рис. 85. Основные плоскости проекций судна

2) вертикально-поперечной, проведенной через середину длины корпуса судна, называемой плоскостью мидель-шпангоута (среднего шпангоута) или плоскостью миделя

(обозначаемой знаком  $\boxtimes$ ). Плоскость мидель-шпангоута делит корпус судна на две части: переднюю — носовую часть, оканчивающуюся стальной балкой, называемой форштевнем, и заднюю — кормовую часть, оканчивающуюся стальной балкой, называемой ахтерштевнем.

Сечение поверхности корпуса судна плоскостями, параллельными плоскости мидель-шпангоута, дает кривые линии, называемые теоретическими шпангоутами, или, сокращенно, шпангоутами;

3) горизонтальной плоскостью, перпендикулярной диаметральной и поперечно-вертикальной плоскостям, проходящей через нижнюю точку вертикального киля и называемой основной плоскостью.

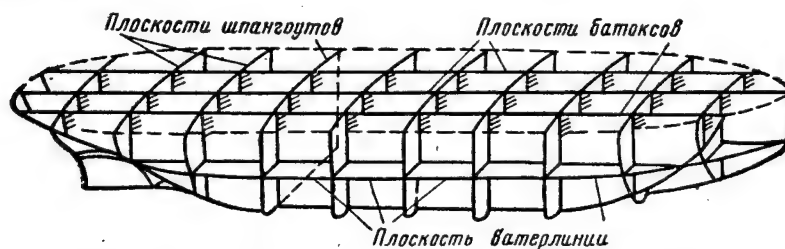


Рис. 86. Сечение корпуса судна взаимно-перпендикулярными плоскостями

Пересечение основной плоскости с диаметральной плоскостью дает линию, которая называется основной.

Сечение поверхности корпуса судна плоскостями, параллельными основной плоскости, дает линии, называемые ватерлиниями (ВЛ).

Ватерлиния, проходящая на уровне нормальной осадки судна параллельно основной плоскости, называется грузовой ватерлинией (сокращенно ГВЛ). Она делит судно на надводную и подводную части.

На основной плоскости, плоскости грузовой ватерлинии и плоскости мидель-шпангоута диаметральной плоскостью как перпендикулярная к ним, проектируется в виде прямой линии, являющейся осью симметрии для сечений, образованных этими плоскостями.

Для получения на теоретическом чертеже полного изображения обводов корпуса судна его рассекают плоскостями, параллельными указанным выше трем основным плоскостям (рис. 86).

Количество секущих плоскостей зависит от размеров судна. По длине его рассекают вертикально-поперечными плоскостями обычно на 10—20 равных частей, по ширине — вертикально-продольными плоскостями на 4—6 равных частей, а по высоте, начиная от основной плоскости до грузовой ватерлинии, горизонтальными плоскостями на 6—10 равных частей.

Проекция на вертикально-продольную плоскость сечения корпуса судна диаметральной плоскостью совместно с батоксами, шпангоутами и ватерлиниями называется **б о к о м**.

Проекция на основную горизонтальную плоскость грузовой ватерлинии совместно с другими ватерлиниями, шпангоутами и батоксами называется **п о л у ш и р о т о й**.

Проекция на вертикально-поперечную плоскость мидель-шпангоута совместно с другими шпангоутами, батоксами и ватерлиниями называется **к о р п у с о м**.

На теоретическом чертеже линии сечения корпуса судна плоскостями на двух проекциях изображаются в виде прямых линий, а на третьей — в виде неискаженных кривых. На проекции «бок» шпангоуты и ватерлинии изображаются прямыми линиями, а батоксы — неискаженными кривыми линиями. На проекции «полуширота» шпангоуты и батоксы изображаются в виде прямых линий, а ватерлинии — в виде неискаженных кривых линий. Наконец, на проекции «корпус» ватерлинии и батоксы изображаются прямыми линиями, а шпангоуты — неискаженными кривыми линиями.

Все эти прямые линии на трех проекциях теоретического чертежа взаимно-перпендикулярны и образуют три так называемые сетки теоретического чертежа. Взаимная перпендикулярность этих линий вытекает из взаимной перпендикулярности плоскостей, в которых они расположены.

На теоретическом чертеже изображаются также палубные линии, образующиеся в результате пересечения поверхностей палуб диаметральной плоскостью, бортовые линии, образующиеся в результате пересечения поверхностей палуб бортами судна, и линии очертаний форштевня и ахтерштевня.

Кроме перечисленных линий, на теоретическом чертеже вычерчиваются также линии, которые служат для проверки плавности очертаний (обводов) корпуса судна и называются **д и а г о н а л ь н ы м и р ы б и н а м и**.

Диагональные рыбины—это кривые линии, образуемые в результате пересечения поверхности корпуса судна плоскостями, перпендикулярными к плоскости мидель-шпангоута и наклонными к диаметральной плоскости. Вследствие этого в плоскости мидель-шпангоута, т. е. на проекции «корпус», диагональные рыбины изображаются в виде прямых наклонных линий, а на двух других проекциях, т. е. на проекциях «бок» и «полуширота» — искаженными кривыми линиями. Плавность этих линий показывает, что теоретический чертеж построен правильно.

Вследствие симметричности формы судна относительно диаметральной плоскости шпангоуты и ватерлинии вычерчивают только для одной половины корпуса судна, причем на проекции «корпус» с правой стороны от вертикального следа диаметральной плоскости изображаются половины носовых шпангоутов, а с левой стороны — половины кормовых шпангоутов.

#### **§ 40. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗБИВКИ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА НА ПЛАЗЕ**

Вычерчивание чертежа на плазе в натуральную величину в судостроении называется разбивкой чертежа на плазе.

Корпус судна имеет плавные очертания двоякой кривизны и ограничен со всех сторон кривыми поверхностями, которые при постройке судна должны быть получены путем изгиба плоских листов и прямолинейных балок, подкрепляющих и поддерживающих листы.

Изготовление деталей и конструкций корпуса по чертежам, выполненным в масштабе 1:100, 1:50, 1:25 и даже 1:10, в особенности тех, которые имеют криволинейные очертания, может привести к большим погрешностям в натуре вследствие невозможности обеспечить точные замеры. Для изготовления таких деталей необходимо иметь рейки, шаблоны, каркасы, сделанные в натуральную величину, по которым должны производиться разметка материала, его гибка и обработка.

На судостроительных чертежах вследствие сложности судовых конструкций не всегда даются все размеры и точное взаимное расположение всех деталей конструкции.

Для того чтобы получить при постройке плавные обводы корпуса судна, точную форму и размеры отдельных деталей и конструкций и правильное их сопряжение, необходимо иметь теоретический чертеж судна и чертежи более сложных и ответственных деталей и конструкций в натуральную величину. Для этого и производят разбивку теоретического чертежа судна и его основных конструкций на плазе.

По теоретическому чертежу, разбитому на плазе, изготавливаются рейки, шаблоны и др., необходимые для разметки деталей, гнутья их и обработки в корпусообрабатывающем цехе, а также шаблоны и каркасы для сборки и проверки узлов и секций.

При монтаже секций на стапеле в общий корпус судна также получают с плаза все данные, необходимые для контроля формы обводов и размеров судна.

#### **§ 41. УСТРОЙСТВО ПЛАЗА И ПЛАЗОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ**

Плаз (см. рис. 31) представляет собой гладкий пол в одном из помещений завода, на котором производится разбивка теоретического чертежа судна и изготавливаются различные рейки и шаблоны для разметки и сборки судна. Этот пол набирают из сухих досок, тщательно прострагивают, затем шпаклюют и несколько раз окрашивают масляной краской.

Для изготовления реек, шаблонов, макетов и т. д. помещение плаза оборудуется станками для резки и строжки досок и реек. Для хранения реек, шаблонов и др. имеется специальная складовая, так называемый склад шаблонов.

Плаз должен иметь хорошее освещение. В помещении, где он находится, должна поддерживаться постоянная температура воздуха; зимой она должна быть не ниже  $+12-14^{\circ}\text{C}$ .

Для плазовых работ применяют следующий основной инструмент и приспособления:

1) длинные деревянные и металлические линейки, складные метры, рулетки и шнуры (рис. 87, а);

2) угольники различных размеров и транспортиры;

3) штангенциркули (рис. 87, б) для вычерчивания дуг больших радиусов;

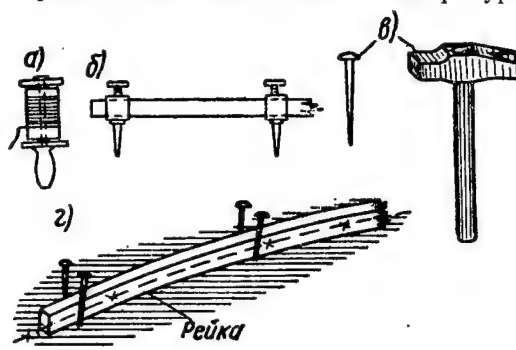


Рис. 87. Инструмент для плазовых работ

4) специальные молотки и гвозди (рис. 87, в);

5) рейсфедеры для нанесения линий;

6) специальные плазовые рейшины.

Для вычерчивания длинных кривых линий применяют так называемые *правíла* — деревянные рейки (рис. 87, г) длиной до 20—25 м и более с поперечным сечением  $100 \times 25$  мм. Изогнутые *правíла* и рейки закрепляют при помощи гвоздей и грузов специальной формы.

Для проведения кривых линий применяют иногда шарнирные рейки (рис. 88).

Для изготовления шаблонов и каркасов применяют набор обыкновенных столярных инструментов.

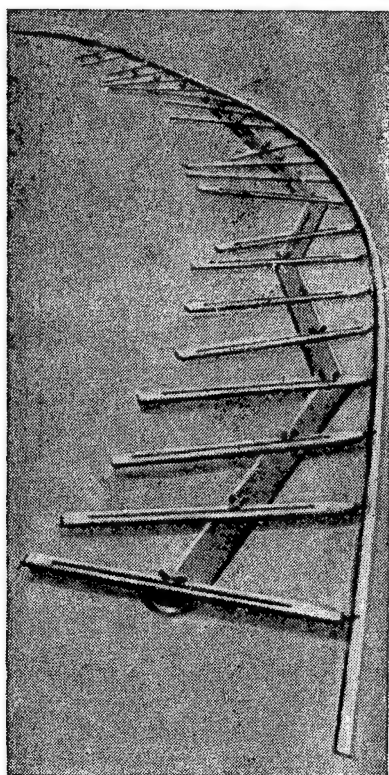


Рис. 88. Шарнирная рейка

#### § 42. РАЗБИВКА ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА СУДНА НА ПЛАЗЕ

Для разбивки теоретического чертежа судна на плазе пользуются проектным теорети-

ческим чертежом, таблицей плазовых ординат, а также чертежами форштевня и ахтерштевня.

На теоретическом чертеже указаны главные размерения судна — длина, ширина, высота борта, осадка, а также расстояние между шпангоутами, ватерлиниями и другие данные.

Разбивку теоретического чертежа начинают с пробивки основной линии.

Затем разбивают сетки для трех проекций чертежа: бока, полушироты и корпуса. Эти сетки строят по главным размерениям судна. Они состоят из линий батоксов, ватерлиний и шпангоутов, проектирующихся на соответствующих проекциях в виде прямых, взаимно-перпендикулярных линий (§ 39). Правильность построенных сеток проверяют по диагоналям.

При правильно построенных сетках эти диагонали, проведенные в клетках, должны составлять прямые линии, проходящие точно через соответствующие точки пересечения горизонтальных и вертикальных линий, образующих сетки.

На сетки наносят и согласуют на трех проекциях линии шпангоутов, батоксов и ватерлиний, после чего наносят на чертеж образования носа и кормы судна.

После разбивки и проверки теоретического чертежа на проекциях «бок» и «полуширота» наносят линии так называемых практических шпангоутов, т. е. прочерчивают линии шпангоутов в тех местах этих проекций, где они по конструкции набора судна должны находиться, а затем их переносят на корпус.

После этого наносят на теоретический чертеж конструктивные элементы корпуса судна: продольный и поперечный набор, второе дно, стыки и пазы наружной обшивки и т. д.

По окончании разбивки теоретического чертежа все ординаты линий, образующих обводы корпуса судна и его частей, снимают как можно точнее и заносят в специальную книгу, называемую плазовой.

В плазовой книге иногда помещают также эскизы некоторых деталей корпуса судна, форму и размеры которых требуется зафиксировать более ясно и подробно для последующего строительства судов данного типа. Данными плазовой книги, кроме работников плаза, пользуются также конструкторский отдел завода и проектная организация для составления рабочих чертежей и выполнения необходимых расчетов по судну.

Для сборочных и других работ по постройке корпуса судна нет необходимости пользоваться всеми тремя проекциями плазового теоретического чертежа; достаточно иметь только проекцию «корпус», на которой, кроме практических шпангоутов, ватерлиний, батоксов, палубных и бортовой линии, имеются также теоретические линии конструктивных элементов корпуса судна: второго дна, стрингеров, карлингсов, бимсов, продольных переборок, наружной обшивки, настилов палуб и др. Такую проекцию корпуса



вычерчивают отдельно на деревянном щите, окрашенном в черный цвет, или иногда на специальной площадке, называемой сборочным плазом. Все линии, нанесенные на сборочном плазе, для сохранности прорезают острым шилом.

#### § 43. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШАБЛОНОВ И КАРКАСОВ НА ПЛАЗЕ

Для перенесения с плаза контура деталей, имеющих кривые очертания, для разметки и гибки материала изготавливают шаблоны (рис. 89). Шаблоны получили широкое применение при изготовлении деталей и сборке узлов и секций.

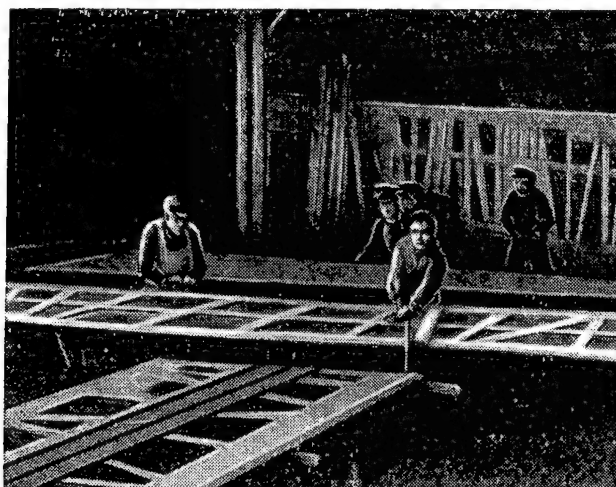


Рис. 89. Шаблоны для разметки листов

Плоские шаблоны делают из сухих сосновых или еловых досок толщиной 12 мм или из фанеры толщиной 4—6 мм.

При постройке большого количества одинаковых судов шаблоны для точности и сохранности изготавливают из тонких металлических листов.

Для гибки листов, имеющих большую продольную и поперечную погибь, служат каркасы, которые изготавливают из отдельных поперечных плоскостных шаблонов, соединенных и раскрепленных в продольном и поперечном направлениях (рис. 90). Каркасы воспроизводят внутренние поверхности изогнутых листов.

В случае особенно сложной формы деталей, изготавливаемых из листового металла, когда непосредственно с плаза нельзя получить данных для изготовления шаблонов для каркасов, на плазе изготавливают макеты, представляющие собой пространственное построение какого-нибудь участка судна в натуральную величину (рис. 91). Макеты делают также для изготовления моделей сложных отливок корпуса судна (якорных клюзов, кронштейнов греб-

ных валов и др.). Иногда делают макеты отдельных помещений и отсеков судна для того, чтобы правильно и удобно разместить в них трубопроводы, механизмы и пр. По макетам изготавливают также различные шаблоны и установочные чертежи.

В настоящее время на плазе изготавливают также копир-шаблоны для вырезки из листовой стали автоматической газовой резкой деталей, имеющих кривые очертания.

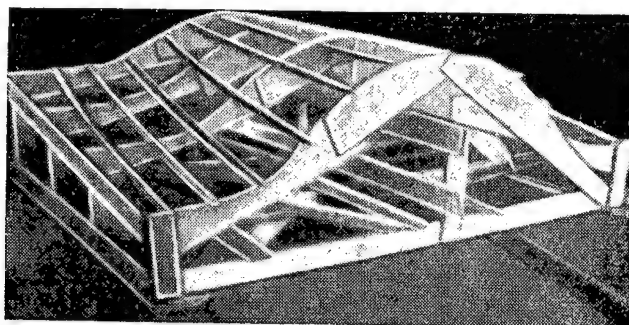


Рис. 90. Общий вид каркаса

Все шаблоны и каркасы имеют надписи, которые указывают, для изготовления каких деталей они сделаны. В надписях указываются номера судна, секции, чертежа, детали и т. д.

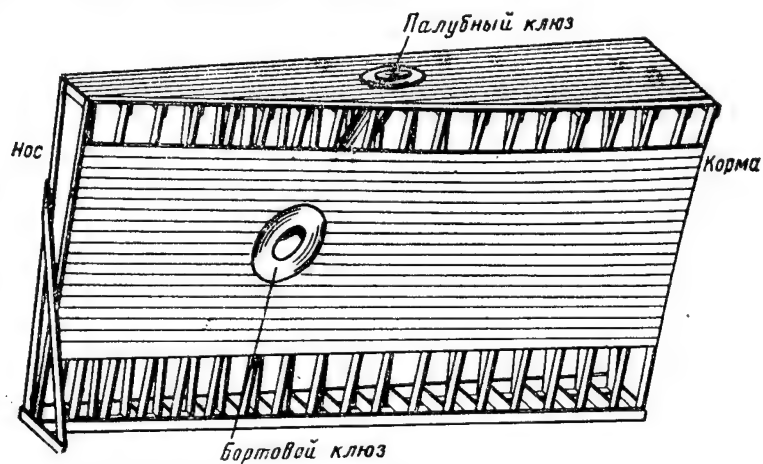


Рис. 91. Макет носовой части судна с якорным клюзом

На шаблонах должны быть пробиты контрольные линии и сделаны другие пометки, по которым можно было бы судить о правильности их при использовании после известного промежутка времени, в течение которого могли измениться их размеры и форма.

#### § 44. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗМЕТКЕ

Листовой и профильный материал перед обработкой подвергается разметке. Разметка заключается в перенесении с чертежа на металл в натуральную величину размеров и очертаний деталей и всех условных знаков, по которым производится их обработка.

Разметка изделий на листовом и профильном материале называется плоскостной разметкой. Разметка этого вида применяется преимущественно в судостроении.

В машиностроении при разметке поковок или литых деталей приходится иметь дело с размерами, расположенными в трех плоскостях под различными углами друг к другу. Такая разметка называется объемной, или пространственной.

При плоскостной разметке на металл наносят контур детали, положение и форму всех вырезов (если они имеются), контрольные и другие линии, а также условные знаки для обработки.

При разметке деталей, имеющих кривые очертания, при помощи деревянных шаблонов размечаемые листы должны быть предварительно выравнены и уложены на плиту или на специальный разметочный стол. Шаблоны накладывают на материал и крепят к нему при помощи струбцин. При помощи чертилки (тонкого стального стержня с остро заточенным закаленным концом) контур шаблона детали очерчиванием переводят на металл, после чего шаблон снимают.

Для листов, имеющих большую погибь, в частности для листов наружной обшивки в оконечностях судна, перед разметкой делают развертку на плазе. Развертку переносят на металл и производят разметку с учетом толщины металла и способа обработки.

Для части листов с очень сложной погибью перед разметкой изготовляют деревянные макеты, имеющие точную форму части судна в районе, где устанавливаются эти листы. С макетов снимают гибкие шаблоны раскроя, которые накладывают на металл, выравнивают их и производят по ним разметку, как по плоским шаблонам.

При разметке листов, подвергающихся гибке, необходимо предусматривать припуск по контуру, который удаляют после гибки.

При разметке на одном листе нескольких деталей следует располагать их так, чтобы было меньше отходов (обрезков) и чтобы линии реза были прямыми.

Для сохранения на металле линий и знаков разметки, которые могут стереться или загрязниться, их пробивают инструментом, называемым кернером (рис. 92).

В судостроении применяют кернеры трех видов: обыкновенный (рис. 92, а), центральной (рис. 92, б) и контрольный (рис. 92, в).

Обыкновенный кернер служит для фиксирования точками (называемыми кернами) нанесенных на размечаемом материале линий, центров и знаков разметки. Кернер представляет собой круглый или граненый стальной стержень из углеродистой стали диаметром 10—15 мм и длиной от 75 до 125 мм. Один конец стер-

жня заострен под конус с углом  $45^{\circ}$ — $60^{\circ}$ , а второй конец, по которому наносятся удары молотком для получения кернов, имеет слегка закругленную поверхность.

Центровой кернер применяют для перевода центров заклепочных отверстий с одной детали на другую, положенную под нее. Диаметр центрального кернера должен быть равен диаметру заклепочного отверстия.

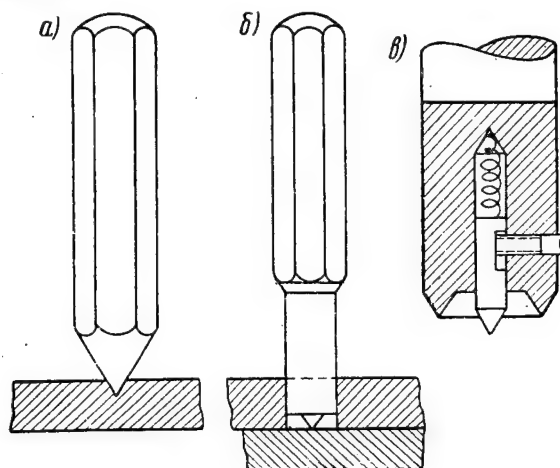


Рис. 92. Кернеры

Контрольный кернер служит для нанесения на размеченный металл кружков диаметром, равным диаметру заклепочных отверстий, которые требуется просверлить или продавить в материале и которые отмечены только точками, нанесенными при разметке обыкновенным кернером.

Контрольный кернер состоит из цилиндрического стального стержня, имеющего на одном конце выточку с заостренным краем. Внутри выточки находится тонкий стальной заостренный стержень, имеющий на другом конце пружину. Чтобы этот стержень не выпал из выточки, в нем сделан продольный паз, в который входит винт, позволяющий стержню свободно двигаться, но препятствующий его выпадению из выточки.

В настоящее время в связи с переходом с клепки судов на электросварку центровый и контрольный кернеры применяют мало.

Накернивание линий разметки надо производить очень аккуратно, так как от точности разметки зависит правильность обработки деталей.

В судостроении принят следующий порядок накернивания линий.

1. Линий обреза набивают кернами, промежутки между которыми должны быть равны  $20$ — $40$  мм; на углах и закруглениях керны ставят чаще, на расстоянии  $10$ — $15$  мм друг от друга. Ино-

гда вдоль этих линий наносят пунктирную линию меловой клеевой краской.

2. Контрольные линии, которые служат для проверки при обработке и сборке, проводят чертилкой или меловой ниткой, на каждом их конце ставят по четыре керны, а в промежутках набивают пары кернов на расстоянии 5—10 мм друг от друга; расстояние между парами кернов — 200—250 мм.

3. Контур вырезов и отверстий в листах обычно накернивают более часто, чем наружные кромки или обрезы: расстояние между кернами принимают 15—25 мм, а на закруглениях 10—15 мм.

4. Центры заклепочных отверстий сначала обозначают одним керном, а затем на этот керн устанавливают контрольный кернер, который после удара по его головке оставляет вокруг центра окружность—контур диаметра заклепочного отверстия.

Иногда для большей видимости линий и кернов материал перед разметкой закрашивают белой клеевой краской (раствор мела со столярным клеем в воде).

Как уже говорилось выше, чертежи корпуса судна часто не имеют всех размеров, необходимых для получения точной конфигурации отдельных деталей. Поэтому при разметке получают с плаза недостающие данные с помощью реек, шаблонов, каркасов и др.

В настоящее время в связи с применением подетальной маршрутной технологии разметку многих деталей производят по технологическим картам.

Перед разметкой весь листовый и профильный материалы подвергают правке на правильных вальцах. Правку производят для того, чтобы получить ровную поверхность, необходимую для точной разметки деталей.

На размеченных деталях, кроме их контуров, должны быть ясно нанесены и все условные знаки, указывающие, каким операциям обработки и в каком порядке должен подвергнуться материал и, если требуется, как их выполнить, например, на какую сторону гнуть лист, как строгать кромки его и т. д.

Такие знаки и надписи наносят краской при помощи трафаретов из тонкого металла или тонкой кисточкой.

#### § 45. МАРКИРОВКА ДЕТАЛЕЙ ПРИ РАЗМЕТКЕ

В машиностроении маркировкой называется операция нанесения на изготовленное изделие или на прикрепленную к нему табличку сведений о размере, сорте, назначении изделия, марке металла, из которого оно сделано, а иногда и наименования завода-изготовителя.

Маркировка, применяемая в судостроении при разметке деталей корпуса судна, носит несколько иной характер. В судостроении на каждую размеченную деталь кернерами набивают марку (рис. 93), которая служит как бы паспортом детали, дающим

пояснительные сведения о ней. Марка содержит, например, следующие данные: номер судна, номер секции, номер чертежа, номер детали и в случае необходимости—местоположение детали на судне (например, номера шпангоутов, наименование борта — правый или левый, верх листа и низ, нос и корма); на ответственных деталях указывается также фамилия бригадира, под руководством которого производилась разметка.

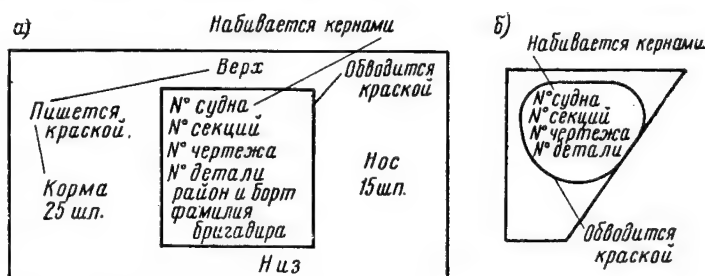


Рис. 93. Примеры маркировки деталей судна:  
а—маркировка листа наружной обшивки, б—маркировка кницы

Для нанесения марок пользуются трафаретами с условными обозначениями, часть которых приведена в табл. 9.

Таблица 9

Условные обозначения для маркировки

Наименование	Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение
Судно № 18 . . . . .	С18	Грузовая ватерлиния . . . . .	ГВЛ
Заказ № 153 . . . . .	З 153	Ватерлиния . . . . .	ВЛ
Район 12—22 шпангоута . . . . .	Р-н 12—22 шп	Верхняя палуба . . . . .	ВП
Чертеж № 30-Ж-10 . . . . .	ч. 30-Ж-10	Нижняя палуба . . . . .	НП
Деталь № 15 . . . . .	Д 15	Мидель-шпангоут . . . . .	МШ
Правый борт . . . . .	ПБ	Шпангоут . . . . .	ШП
Левый борт . . . . .	ЛБ	Пояс . . . . .	П
Диаметральная плоскость . . . . .	ДП	Контрольная линия . . . . .	К/Л
		Теоретическая линия . . . . .	Т/Л

Такие данные, как место расположения детали на судне, обычно наносят краской на соответствующих местах детали большими буквами и цифрами.

Марку четко набивают кернером и обводят краской для лучшей видимости.

#### § 46. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАЗМЕТКИ

Перед разметкой листовой и профильной стали для более правильного и полного использования заготовок и уменьшения отходов материалов составляют на плазе карты раскроя.

Для этого на плазе разбивают в натуральную величину контур заготовки и на нем раскладывают шаблоны деталей, размеры и форму которых определяют по данным с плаза. После этого делают эскизы этих карт раскроя и передают их вместе с соответствующими шаблонами на разметку.

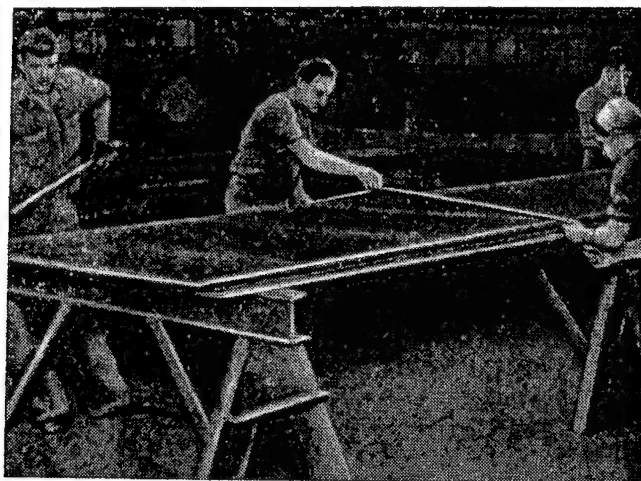


Рис. 94. Разметка листов, уложенных на козлы

Таким же образом изготовляют копир-щиты для вырезки деталей без разметки газовой резкой на машинах-автоматах.

Разметку листов производят на специальных столах или козлах. Листы укладывают так, чтобы поверхность их была горизонтальной, не было прогибов и свисания концов (рис. 94).

Профильный материал — угольники и др. — для устойчивости укладывают дополнительно на деревянные бруски с прорезями.

Перед разметкой необходимо произвести наружный осмотр материала и проверить, выйдет ли из него размечаемая деталь. Затем надо внимательно разобрать чертеж и выяснить взаимную связь размечаемой детали со смежными на секции или судне.

Необходимо также ознакомиться с тем, как должна быть обработана, собрана и сварена размечаемая деталь.

Для длинных листов, подвергающихся после резки на прессножницах строжке кромок, необходимо предусмотреть припуск.

Детали, подвергающиеся горячей гибке, размечают два раза: первый раз, до гибки, производят предварительную разметку, на-



мечают контур детали с припуском 50—100 мм для гибки и набивают марку: номер судна, номер секции и номер детали; второй раз, после горячей обработки, когда изделию уже придана надлежащая форма, производят окончательную разметку по каркасам. При этом наносят точный контур и все необходимые теоретические линии, а также возобновляют и дополняют марку детали.

Предварительная разметка детали называется *наметкой*.

Разметка деталей для сварных судов значительно проще по сравнению с разметкой для клепаных, так как для последних большой объем работ составляла разметка центров заклепочных отверстий. При сварке эта работа не выполняется. Сборка сварных конструкций производится при помощи электроприхваток.

Теоретические линии, определяющие положение продольного и поперечного набора на листах, при разметке чаще всего не намечают, за исключением листов, подвергающихся гибке при помощи шаблонов.

При сборке секций разметка теоретических линий установки набора производится в большинстве случаев после сварки и контуровки полотнища, что дает возможность учесть усадку листов при сварке. Для учета усадки при сварке по кромкам контура секций листам дается при разметке припуск порядка 20—30 мм.

Листам наружной обшивки, листам палубных настилов и набору в оконечностях, листам, примыкающим к штевням судна, а также к мортирам и кронштейнам, дается припуск около 100 мм.

При разметке на листах обычно на расстоянии 100 мм от кромки намечают контрольные линии, по которым при сборке проверяют правильность обработки, что необходимо для точной стыковки листов.

Контрольные линии служат также для правильного взаимного расположения деталей при сборке. Такими контрольными линиями являются: линия диаметральной плоскости, ватерлиния, линии шпангоутов, палуб, пазов настилов и др.

Все контрольные линии должны быть прокернены.

#### § 47. ВИДЫ СУДОВОЙ РАЗМЕТКИ

Существуют три основных вида разметки деталей судового корпуса:

- 1) разметка по данным с плаза;
- 2) разметка по чертежу;
- 3) разметка по шаблонам с места.

Большинство связей судна размечают по данным с плаза при помощи реек и шаблонов. При помощи реек разной длины с поперечным сечением 30×30 мм или 40×40 мм переносят размеры с плаза и размечают детали прямоугольного контура.

Шаблонами производят разметку деталей, имеющих криволинейную форму или косой контур, т. е. если края деталей сходятся не под прямыми углами.

С плаза на шаблон кривую линию переносят следующими способами.

На полу плаза по линии переносимой кривой раскладывают мелкие гвозди с предварительно опиленными головками (рис. 95, а). На гвозди кладут доску для шаблона и прижимают ее к ним. На доске головки гвоздей оставляют следы, которые соединяют плавной линией, и по ней обрезают доску.

Таким образом может быть получен шаблон любой кривой линии.

Другой, более простой, способ заключается в следующем. На полу плаза, рядом с переносимой кривой линией, укладывают доску для шаблона (рис. 95, б). Циркулем, одну ножку которого устанавливают попеременно в различных точках кривой, проводят на доске шаблона дуги одного радиуса. Затем ко всем дугам проводят рейкой плавную касательную линию, которая будет точной копией переносимой кривой. По этой кривой обрабатывают доску, которая является шаблоном.

Если листы имеют сложную погибь, то их окончательно размечают после гибки по каркасу. Каркас устанавливают с внутренней стороны листа, и с него переносят на поверхность листа точный контур, теоретические и контрольные линии.

Предварительная разметка таких листов перед гибкой производится по гибким шаблонам раскроя, снятым с этого же каркаса или с макета.

В последнее время применяется новый способ разметки, состоящий в том, что снятые с плаза размеры деталей наносят на эскизы, сделанные на технологических картах. По этим эскизам и производится разметка.

Разметку по чертежу применяют для тех деталей, размеры которых полностью указаны в чертежах, и поэтому проверять их по плазу не требуется. Сюда относятся простые детали и изделия: крышки, наварыши, цистерны и т. д.

Разметку по шаблонам с места чаще всего применяют при ремонте корпусов судов, при частичной замене некоторых листов наружной обшивки или других деталей. В этом случае необходимо снять с места точный шаблон листа или детали. По этому шаблону

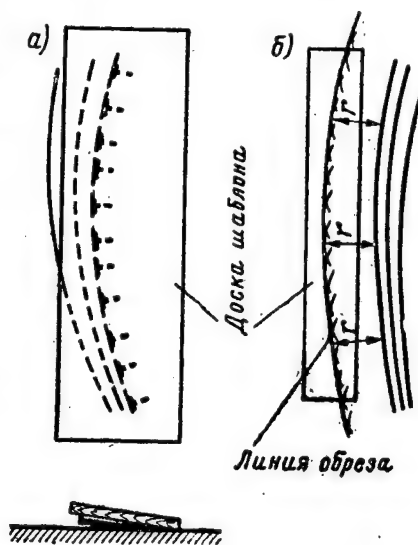


Рис. 95. Снятие кривой линии с плаза на доску шаблона

производят разметку деталей, устанавливаемых вместо снятых с судна.

Для строящегося судна снимать шаблоны с места приходится чрезвычайно редко.

В последнее время некоторые судостроительные заводы производят разметку деталей корпуса судна фотооптическим методом, который заключается в следующем.

Теоретический чертеж судна разбивают на щите обычно в масштабе 1 : 10. По этой разбивке и рабочим чертежам на плотной чертежной бумаге или тонком картоне разрабатывают и вычерчивают в том же масштабе чертежи-шаблоны для деталей, подлежащих разметке. На чертежи-шаблоны наносят все данные, необходимые для разметки материала. Затем чертежи-шаблоны фотографируют на пластинке-негативе.

При использовании негативов для разметки деталей их помещают в специальный проекционный аппарат, установленный над разметочным столом на определенной высоте.

На поверхности листов, подлежащих разметке и покрытых светочувствительным составом, благодаря сильному источнику света в проекционном фонаре отчетливо проектируются в натуральную величину изображения деталей, снятых на негативе, т. е. все световые линии, нанесенные ранее на чертеж-шаблон.

Разметка деталей при этом способе сводится к накерниванию и маркировке на металле по световым линиям и знакам изображений. Толщина световых линий изображений равна 1 мм, и детали получают достаточно точными.

Применение фотооптического метода имеет следующие преимущества:

- 1) нет необходимости в разбивке на плазе теоретического чертежа судна в натуральную величину и выполнении большей части трудоемких работ по изготовлению шаблонов, вследствие чего достигается значительная экономия;
- 2) уменьшается потребность в высококвалифицированных рабочих-плазовщиках и разметчиках по металлу.
- 3) экономится материал, употребляемый для шаблонов при обычном способе разметки;
- 4) в случае серийной постройки судов одного типа на нескольких заводах нет необходимости производить разбивку на плазе и разделку шаблонов на каждом заводе. Достаточно организовать изготовление негативов чертежей-шаблонов на одном из заводов и рассылать копии негативов другим заводам.

#### § 48. РАЗМЕТКА СВЯЗЕЙ КОРПУСА СУДНА

Разметку продольного и поперечного набора судна производят по данным с плаза.

Детали с прямолинейными очертаниями обычно размечают по рейкам или по технологическим картам с эскизами для каждой детали.

Детали с криволинейными очертаниями размечают по плоским деревянным шаблонам.

В настоящее время большую часть набора с криволинейными очертаниями вырезают при помощи машинной газовой резки на специальных автоматах по копир-шаблонам, без разметки.

На деталях набора, вырезаемых по копир-шаблонам или изготовляемых другим способом, должна быть ясно набита марка и при необходимости должны быть нанесены теоретические линии установок конструкций и контрольные линии.

Только небольшое число листов наружной обшивки в средней части судна имеет прямоугольную форму и малую кривизну и может быть размечено по рейкам. Переносить размеры с рейки на металл удобно и просто, причем достигается достаточная точность.

Большинство листов наружной обшивки в других районах судна имеет неправильные очертания и выгиб. Поэтому при разметке этих листов пользуются данными с плаза.

Получить правильные очертания листов можно геометрическим построением развертки данных листов с занесением размеров в эскиз или при помощи каркаса.

В оконечностях судна листы наружной обшивки имеют двойную кривизну, а часть из них — очень сложную форму (например, листы, образующие выкружки наружной обшивки в районе гребного вала). Разбивка таких листов на плазе чрезвычайно затруднительна, поэтому сначала изготовляют макеты, с которых снимают гибкие шаблоны раскроя для предварительной разметки контура листов. Для окончательной разметки и гибки листов в горячем состоянии на плитах изготовляют плоские шаблоны и каркасы.

Большую часть фундаментов полностью разбивают на плазе в натуральную величину. Это дает возможность определить их точную форму и выяснить недостающие размеры — как общие, так и отдельных деталей; при этом также уточняют место соединения фундамента с набором судна.

По данным с плаза изготовляют шаблоны и по ним производят разметку деталей фундаментов.

Деталям фундаментов дается припуск в нижней части для подгонки или причерчивания по месту при установке на судно, что необходимо для поддержания размеров по высоте.

Отверстия в верхних опорных планках фундаментов размечают и сверлят по месту в соответствии с отверстиями в лапах механизмов, которые на них устанавливаются.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое теоретический чертеж судна?
2. Какие три проекции имеет теоретический чертеж судна?
3. Что представляет собой диаметральной плоскостью судна?
4. Что такое батокс, ватерлиния и шпангоут?
5. Для чего разбивают чертеж судна на плазе?

6. Как устроен разбивочный плаз?
7. Какой плазовый инструмент Вы знаете?
8. Что такое шаблон и из какого материала его изготовляют?
9. Для чего применяется каркас и как он устроен?
10. В чем заключается разметка?
11. В чем заключается фотооптический метод разметки и как он применяется?
12. Какие бывают кернеры и для чего их применяют?
13. Что такое маркировка деталей и как маркируют листы наружной обшивки?
14. Какие бывают способы разметки?
15. Надо ли маркировать детали, вырезанные без разметки по копир-шаблону?
16. Как переносят кривую линию с плаза на шаблон?
17. Какие контрольные линии наносят на детали при разметке и для чего они служат?

## Глава VI

### УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ СУДНА

#### § 49. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УСТРОЙСТВЕ КОРПУСА СУДНА

Судно м называется инженерное сооружение, предназначенное для транспортных или производственных целей, способное плавать в воде.

Корпус судна представляет собой продолговатое призматическое тело, полое внутри. Наружная оболочка корпуса непроницаема для воды и ограничена кривыми поверхностями, плавно сходящимися к оконечностям для лучшего обтекания его водой при движении.

Отдельные части судна имеют специальные названия, которые приводятся на рис. 96, на котором показаны разрезы грузового судна продольной и поперечной плоскостями.

Передняя заостренная часть судна называется носом, задняя — кормой.

Как было сказано выше, диаметральной плоскостью корпус судна делится на две равные части — правую, или часть правого борта, и левую, или часть левого борта.

Правым называется борт, который находится с правой руки если смотреть с кормы на нос. Левым называется борт, который при этом находится с левой руки.

Диаметральная плоскость в подводной части пересекает корпус судна по днищу и килю, образуя килевую линию. Килевая линия может быть прямой или кривой с выпуклостью вниз.

В надводной части диаметральной плоскость пересекает корпус судна по палубе, образуя палубную линию.

В носовой и кормовой оконечностях судна диаметральной плоскостью пересекают крайние детали конструкции корпуса, называемые штевнями: в носу — форштевень, в корме —

ахтерштевень. Штевни представляют собой продолжения киля, поднимающиеся вверх в носу и корме.

На ахтерштевень обычно навешивается руль.

У транспортных судов днище в средней части имеет в поперечном сечении прямолинейные очертания с небольшим подъемом от диаметральной плоскости к бортам. Днище через закругления, называемые скулами, переходит в почти отвесные борта судна — правый и левый.

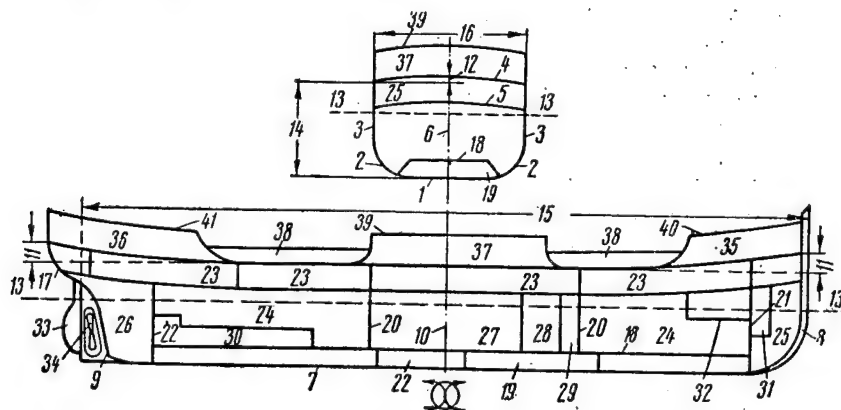


Рис. 96. Схема разреза грузового судна продольной и поперечной плоскостями: 1—днище, 2—скула, 3—борт, 4—верхняя палуба, 5—нижняя палуба, 6—диаметральная плоскость, 7—линия киля, 8—форштевень, 9—ахтерштевень, 10—плоскость мидель-шпангоута, 11—седловатость палубы, 12—погибель бимса, 13—грузовая ветерлиния, 14—высота борта, 15—длина судна, 16—ширина судна, 17—кормовой подзор, 18—второе дно, 19—междулонное пространство, 20—водонепроницаемая переборка, 21—форпиковая переборка, 22—ахтерпиковая переборка, 23—межпалубное пространство, 24—трюмы, 25—форпик, 26—ахтерпик, 27—машинно-котельное отделение, 28—бункер, 29—кофферлам, 30—коридор гребного вала, 31—цепной ящик, 32—платформа, 33—руль, 34—гребной винт, 35—бак, 36—ют, 37—средняя надстройка, 38—фальшборт, 39—палуба надстройки, 40—палуба бака, 41—палуба юта

Борта судна, поднимаясь вверх, доходят до его верхней палубы. Пересекаясь, борта судна и палуба образуют бортовую линию.

Обычно самая широкая часть судна находится на середине его длины. Начиная от середины длины корпус небольших судов постепенно сужается к носу и корме.

На более крупных морских, и особенно на речных судах, поперечное сечение средней части остается неизменным на некоторой части длины в нос и корму от миделя, образуя так называемую цилиндрическую вставку. Цилиндрическая вставка составляет от 10 до 70% длины судна (последняя цифра относится к речным судам с малой осадкой).

Корпус судна состоит из водонепроницаемой оболочки, в свою очередь состоящей из соединенных друг с другом листов, которые образуют его наружную обшивку и верхнюю палубу, и из связанных с последними и между собой продольных и поперечных балок, составляющих остов или скелет судна.

Внутри оболочки корпус судна делится на ряд отсеков поперечными водонепроницаемыми переборками, которые препятствуют воде, попавшей по какой-либо причине внутрь отсека, перетекать в соседние отсеки и затоплять их; благодаря этому обеспечивается безопасность плавания судна.

На больших морских и озерных судах на некотором расстоянии от днища устраивают второе, внутреннее, водонепроницаемое дно, которое обычно простирается почти по всей длине судна и от одного борта к другому. Второе дно разделено на водонепроницаемые отсеки, которые также служат для обеспечения безопасности плавания, так как в случае повреждения наружного дна вода не может попасть в корпус судна. Междудонное пространство используется для хранения жидкого топлива, воды и для приема балласта. На верхней палубе судов, в носу, корме и в средней их части при необходимости устраивают надстройки.

Каждое судно должно обладать следующими основными мореходными качествами.

**Плавучестью**, т. е. способностью плавать на воде с определенной заданной глубиной погружения, называемой **осадкой**.

**Остойчивостью**, т. е. способностью возвращаться в положение равновесия после прекращения действия причин (ветер, волнение и т. д.), вызвавших отклонение от этого положения.

**Непотопляемостью**, т. е. способностью сохранять свою плавучесть и остойчивость при повреждении и затоплении водой одного или нескольких отсеков.

Форма обводов судовых корпусов бывает различной; она зависит от типа судна, его назначения и района плавания и определяется очертаниями носа, кормы, днища, бортов, палубной и бортовой линий.

**Основными размерами**, или, как принято говорить в судостроении, **главными размерениями судна**, являются его длина, ширина, высота борта и осадка. Согласно ГОСТ различают расчетные, наибольшие и габаритные размерения.

Расчетная длина измеряется в плоскости конструктивной ватерлинии судна между перпендикулярами к ней в носу и корме. **Конструктивной** называется ватерлиния, которая соответствует погружению судна при нагрузке, принятой при разработке его проекта, и может не совпадать с грузовой ватерлинией. Положение же названных перпендикуляров определяется пересечением диаметральной плоскости судна вертикально-поперечными плоскостями, проходящими через крайние точки конструктивной ватерлинии.

Расчетная длина называется иногда **длиной между перпендикулярами**.

Наибольшая длина судна измеряется параллельно конструктивной ватерлинии с учетом конструктивных частей корпуса, составляющих с ним одно целое (штевни, фальшборт).

Расчетная ширина измеряется в наиболее широком месте кон-



структивной ватерлинии между наружными кромками шпангоутов или между внутренними поверхностями наружной обшивки по обоим бортам.

Наибольшая ширина измеряется в плоскости, параллельной конструктивной ватерлинии, в самом широком месте судна, с учетом частей корпуса, составляющих с ним конструктивное целое.

Высота борта измеряется по вертикали от низшей точки линии пересечения внутренней поверхности наружной обшивки с внутренней поверхностью настила палубы до основной линии судна.

Расчетная осадка измеряется от конструктивной ватерлинии до основной линии, а наибольшая осадка — от конструктивной или грузовой ватерлинии (смотря по тому, которая из них проходит выше по борту судна) до низшей точки внешней поверхности наружной обшивки или низшей точки брускового киля.

Габаритные длина и ширина судна измеряются параллельно конструктивной ватерлинии между крайними точками выступающих частей судна (штевней, привального бруса, кринолина, обносов, ограждения винтов и др.).

#### § 50. НАРУЖНАЯ ОБШИВКА СУДНА

Наружная обшивка судна образует по бортам и днищу его водонепроницаемую оболочку.

Наружная обшивка набирается из отдельных стальных листов, расположенных длинной стороной вдоль судна и образующих так называемые поясья, идущие по всей его длине.

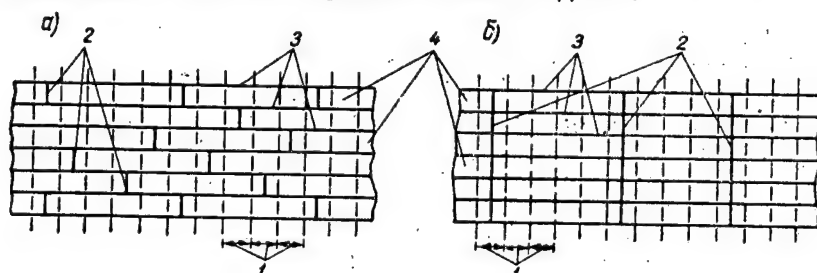


Рис. 97. Расположение листов наружной обшивки:  
1—расстояние между шпангоутами, 2—стыки, 3—пазы, 4—поясья обшивки

Соединение между собой листов одного и того же пояся по короткой их стороне называется стыком (рис. 97).

Соединение поясьев по продольным кромкам называется пазом.

При клепаных соединениях стыки листов делают с разном (см. рис. 97, а). По правилам постройки морских судов Регистра СССР стыки листов двух рядом расположенных поясьев должны быть удалены друг от друга не менее чем на две шпации, а стыки листов, расположенных через один пояс, не должны находиться в одной шпации.

При сварном соединении наружной обшивки допускается расположение стыков листов разных поясьев в одной плоскости или, как говорят, поясья могут быть расположены без разноса стыков (см. рис. 97, б).

Все заклепочные и сварные соединения листов наружной обшивки испытывают на водонепроницаемость. Заклепочные швы для лучшего их уплотнения обязательно чеканят.

Поясья обшивки носят следующие названия. Пояс, идущий по днищу по обе стороны диаметральной плоскости судна, называется килевым; за ним идет несколько поясьев, образующих днище судна и называемых днищевыми; за ними, при переходе от днища к бортам,—изогнутые скуловые поясья; за ними—несколько бортовых поясьев. Верхний бортовой пояс обшивки называется ширстреком. Пояс, идущий выше верхней палубы, между надстройками, называется фальшбортом.

Если на судне имеется наружный выступающий вертикальный киль, то примыкающий к нему пояс днищевой обшивки называется шпунтовым.

Так как при плавании судна листы наружной обшивки испытывают различные усилия, они обычно имеют разную толщину. Самыми толстыми делают листы килевого пояса в средней части судна и ширстрека.

В настоящее время листы наружной обшивки, палуб и переборок судов соединяют при помощи электросварки; заклепочные соединения в судостроении применяются сейчас редко.

#### **§ 51. ПОПЕРЕЧНЫЕ И ПРОДОЛЬНЫЕ СВЯЗИ КОРПУСА СУДНА**

Наружная обшивка, палубы, второе дно, поперечные и продольные переборки и балки поперечного и продольного набора называются связями корпуса судна. Связи делятся на поперечные и продольные.

К поперечным связям относятся: поперечные балки набора, представляющие собой рамы, состоящие из бортового и днищевых шпангоутов и бимса, и поперечные переборки.

К продольным связям относятся: продольные балки набора, представляющие собой вертикальный киль, днищевые и бортовые стричгеры, кильсоны, карлингсы, а также продольные переборки, наружная обшивка, настилы палуб и второго дна.

Днищевая часть наружной обшивки и настилы палуб играют также роль поперечных связей.

Поперечные и продольные связи, соединенные между собой клепкой или сваркой, способствуют сохранению формы и прочности корпуса судна.

Шпангоуты представляют собой рамы, идущие по днищу, по бортам и под палубой корпуса судна.

Часть шпангоутной рамы, проходящая по борту, называется бортовым шпангоутом, а подпалубная ветвь ее — бимсом.

Бимсы расположены по ширине судна от борта до борта и вместе с палубой, которую они поддерживают, имеют погибь, равную 1/50 части своей длины.

Бимсы и флоры соединяются с бортовыми ветвями шпангоутной рамы кницами.

Если бимс вследствие выреза в палубе прерывается, то он называется полубимсом.

Бортовой шпангоут и бимс могут состоять только из одного профиля — тогда они называются холостыми; они могут быть также составными, т. е. изготовляться из широкой полосы и узкого пояска или профиля, — тогда они называются рамными. Рамные шпангоуты и бимсы ставят через 3—4 холостых.

Иногда шпангоутная рама состоит из соединенных непосредственно или с помощью полосы двух профилей, обычно угольников. Профиль, прилегающий к днищу, борту и палубе, называется прямым, а второй — обратным.

Нижняя ветвь шпангоутной рамы, проходящая по днищу, называется днищевым шпангоутом. Лист днищевой части рамного шпангоута называется флором. У клепаных судов вдоль нижней и верхней кромок флора идут профили, обычно угольники, являющиеся продолжением прямого и обратного профиля бортового шпангоута.

У судов сварной конструкции флор обычно состоит из листа с горизонтальным ребром жесткости в виде полосы по его верхней кромке и вертикальными ребрами жесткости по полотнищу. Вместо приварной полосы или угольника у верхней кромки флора часто отгибают узкий фланец.

Существуют два основных вида флоров: пронизаемые и непронизаемые (рис. 98).

В пронизаемых флорах при наличии второго дна делают вырезы в виде овала размером 400×600 мм и более для возможности передвижения в пределах междудонного отсека и уменьшения веса корпуса. Флоры идут отдельными пластинами, расположенными между продольными связями.

Для образования водонепроницаемого междудонного пространства между днищем и вторым дном на небольшом расстоянии от борта, вдоль скулы, флоры перерезают и ставят крайний междудонный лист. Этот лист, таким образом, отделяет флоры от бортовой ветви шпангоута и от скулы, нарушая цельность шпангоутной рамы. Для восстановления прочного соединения и подкрепления скулы устанавливают прочную скуловую кницу (см. рис. 102).

Продольными связями в днищевой части судна являются вертикальный киль, расположенный в диаметральной плоскости, и днищевые стрингеры, проходящие по днищу, симметрично по левому и правому бортам. Вертикальный киль идет почти по всей длине двойного дна непрерывно, прочно соединяясь с разрезным поперечным набором (флорами) сваркой впритык или при клепаной конструкции — угольниками (рис. 98).

При наличии второго дна сплошной вертикальный киль и сплошные непроницаемые флоры образуют междудонные отсеки, служащие для хранения топлива и воды.

При отсутствии на судне второго дна продольные днищевые связи называются кильсонами — средним и боковыми, в зависимости от их расположения.

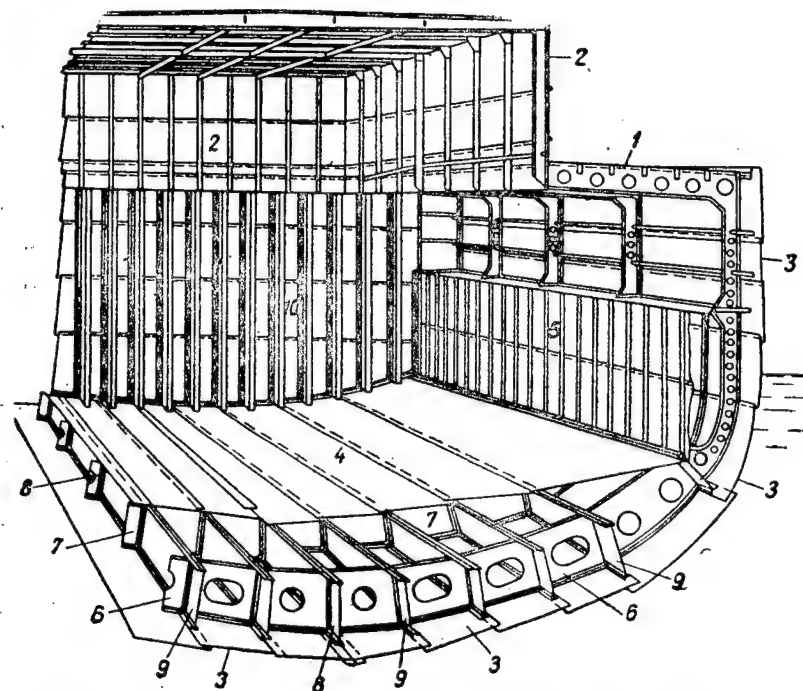


Рис. 98. Внутренний вид средней части клепаного корпуса судна:  
1—верхняя палуба, 2—котельный кожух, 3—наружная обшивка, 4—второе дно, 5—продольная переборка, 6—проницаемый флор, 7—непроницаемый флор, 8—вертикальный киль, 9—стрингеры, 10—поперечная водонепроницаемая переборка

Бортовые стрингеры представляют собой продольные связи, которые проходят по бортам судна, не разрезая шпангоутов. Бортовые стрингеры идут непрерывно от переборки до переборки и соединяются с ними большими горизонтальными кницами.

Карлингсы представляют собой продольные связи, расположенные под палубой. Подобно днищевым стрингерам, карлингсы проходят как в диаметральной плоскости судна, так и по левой и правой сторонам ее, связывая между собой бимсы и поддерживая настил палубы.

Все продольные и поперечные связи набора судна — внутренний вертикальный киль, днищевые и бортовые стрингеры, карлингсы и кильсоны, а также шпангоуты и бимсы имеют почти одинаковую конструкцию и представляют собой балки, состоящие

на небольших судах из профильного проката того или иного сечения, а на более крупных судах — из сварных балок, составленных из узких листов (стенок), подкреплённых по кромкам полосами (полками) для жесткости. Высота и толщина стенок этих балок, ширина и толщина полок зависят от размеров судна.

Все продольные связи при сварной конструкции корпуса соединяются с наружной обшивкой и палубами сваркой в тавр или впритык (рис. 99).

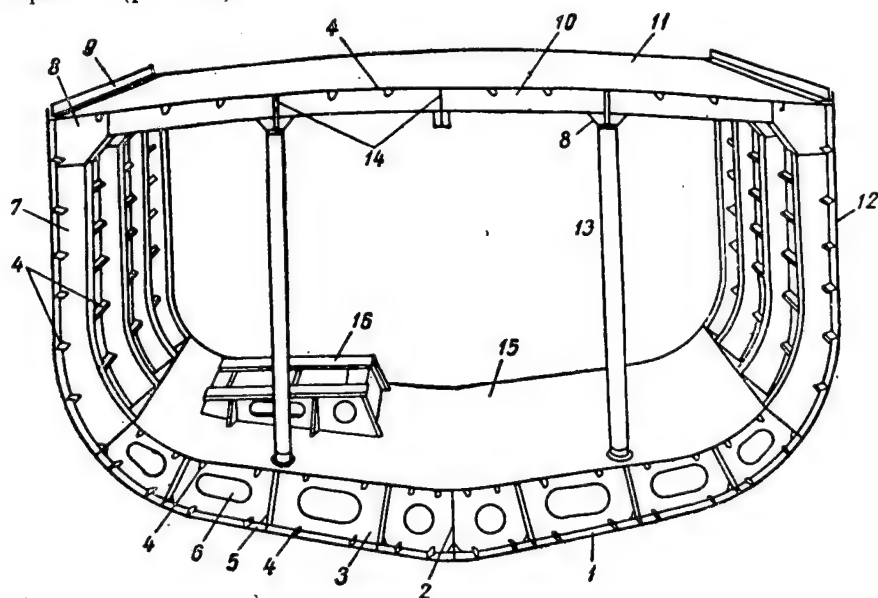


Рис. 99. Поперечный разрез судна сварной конструкции:  
1—обшивка дна, 2—вертикальный киль, 3—флор, 4—ребра жесткости, 5—днищевой стрингер, 6—вырез, 7—шпангоут, 8—кница, 9—палубный угольник, 10—бимс, 11—настил палубы, 12—обшивка борта, 13—пиллерс, 14—карлингс, 15—настил внутреннего дна, 16—фундамент

При большой ширине судна для подкрепления бимсов, поддерживающих палубы, устанавливают вертикальные стойки из стальных труб или из профильного материала, называемые пиллерсами. Пиллерсы устанавливают в местах пересечения бимсов с карлингсами и крепят сверху и внизу при помощи книц или угольников. Пиллерсы устанавливают в один или несколько рядов под каждым бимсом или через большие промежутки (см. рис. 99).

## § 52. СИСТЕМЫ НАБОРА КОРПУСОВ СУДОВ

Набором корпуса судна называется совокупность всех скрепленных между собой продольных и поперечных связей, которые входят в конструкцию корпуса и обеспечивают его общую продольную, поперечную и местную прочность.

Различают три системы набора корпуса судна: поперечную, продольную и смешанную.

При поперечной системе набора (рис. 100) большое число связей расположено в поперечных плоскостях судна в виде шпангоутных рам, расставленных на небольших равных расстояниях друг от друга, называемых шпациями и идущих непрерывно по всему поперечному сечению судна.

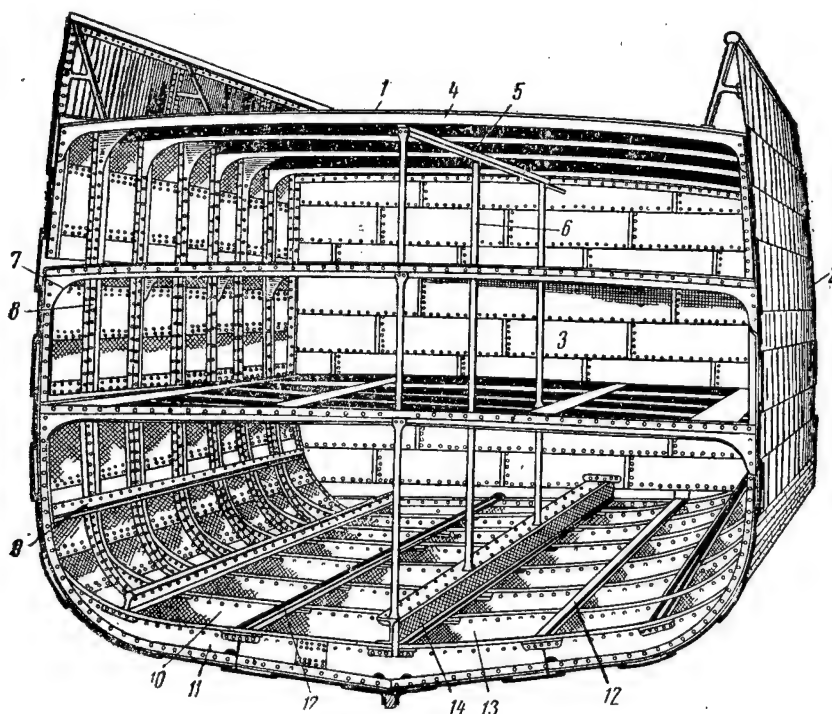


Рис. 100. Поперечная система набора:

1—настил палубы, 2—наружная обшивка, 3—поперечная переборка, 4—бимс, 5—карлингс, 6—пиллерсы, 7—кницы, 8—бортовой шпангоут, 9—бортовой стрингер, 10—днщевой флорный шпангоут, 11—флор, 12—кильсоны, 13—днщевые шпангоуты, 14—диаметральный кильсон

Продольных связей по днищу, бортам и палубе устанавливают мало и делают их разрезными между шпангоутными рамами. Эта система набора применяется на большинстве морских и речных судов. Она хорошо обеспечивает поперечную прочность судна, а продольная прочность обеспечивается наружной обшивкой, настилом палуб и вертикальным килем.

При продольной системе набора (рис. 101) корпус судна имеет большое число непрерывных продольных связей в виде балок, про-

ходящих по днищу, бортам и под палубой. Поперечными связями при этом служат редко расставленные массивные шпангоутные рамы и переборки, на которые опираются продольные связи.

Продольная система набора применяется в большинстве случаев для судов, перевозящих жидкий груз наливом, для которых требуется большая продольная прочность корпуса судна.

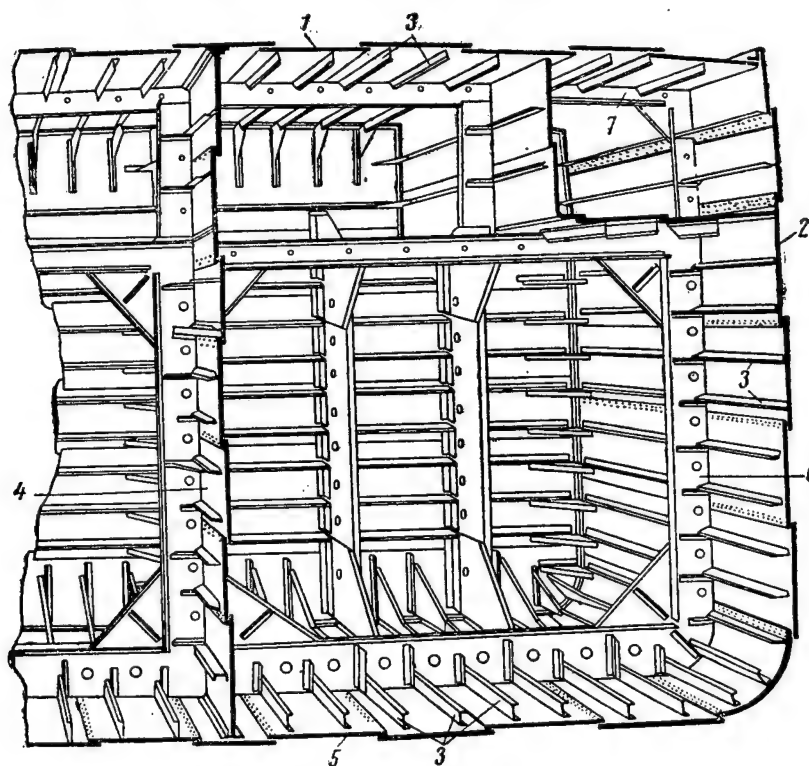


Рис. 101. Продольная система набора:  
1—палуба, 2—наружная обшивка борта, 3—продольные балки; 4—продольная переборка,  
5—обшивка днища, 6—бимс, 7—поперечные рамы

При смешанной или продольно-поперечной системе набора (рис. 102) судно имеет примерно равное количество продольных и поперечных связей, особенно в днищевой и палубных частях. В днищевой части судна продольные непрерывные и поперечные разрезные связи, пересекаясь, образуют клетки; поэтому такую систему называют иногда клетчатой. По бортам же между рамами шпангоутов, которые идут непрерывно вертикально по борту, делают разрезные продольные связи.



Часто при смешанной системе набора в средней части судна применяется продольная система набора, а в оконечностях, т. е. в носу и корме, — поперечная система.

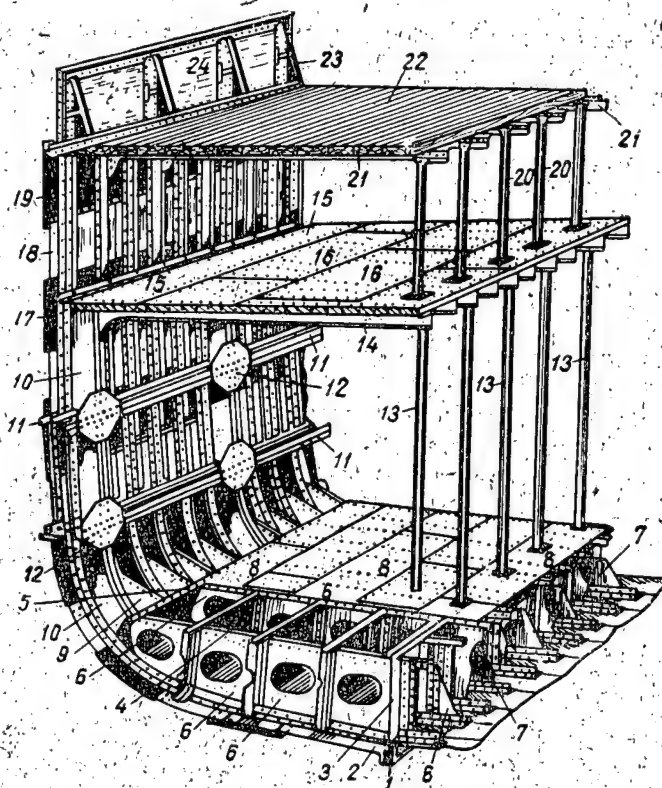


Рис. 102. Продольно-поперечная система набора:

1—киль, 2—шпунтовый пояс, 3—вертикальный киль, 4—стрингер, 5—скуловой стрингер, 6—флоры, 7—бракетки флоров, 8—настил второго дна, 9—скуловые кницы, 10—рамные шпангоуты, 11—бортовые стрингеры, 12—ромбовидные накладки, 13—трюмные пиллерсы, 14—бимсы главной палубы, 15—палубный стрингер, 16—настил нижней палубы, 17—ширстрек нижней палубы, 18—пояс обшивки надводного борта, 19—ширстрек верхней палубы, 20—пиллерсы верхней палубы, 21—бимсы верхней палубы, 22—верхняя деревянная палуба, 23—стойки фальшборта, 24—фальшборт

Такая смешанная система набора хорошо обеспечивает продольную и поперечную прочность корпуса судна, поэтому она получила широкое применение на больших морских судах.

### § 53. НАБОР ОКОНЕЧНОСТЕЙ КОРПУСА СУДНА

У оконечностей корпус судна заостряется, набор заканчивается, наружная обшивка соединяется в носу с форштевнем и в корме — с ахтерштевнем.

Форма и сечение форштевня весьма различны и зависят от типа и назначения судна.

Форштевень изготавливается из литой или ковanej стали или сварной конструкции и прочно соединяется с наружной обшивкой и с набором судна клепкой или электросваркой.

Форштевень и его сечения приведены на рис. 103.

Форма и конструкция ахтерштевня зависят от очертаний кормы судна, конструкции руля и от количества гребных винтов, имеющихс я у судна. У одновинтовых судов ахтерштевень служит опорой для руля и поддерживает конец гребного вала.

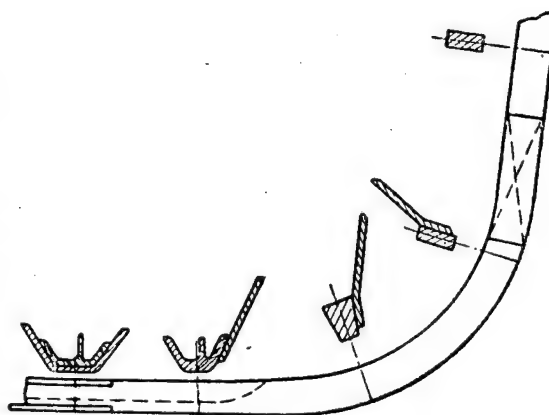


Рис. 103. Форштевень и его сечения

Ахтерштевень представляет собой литую, кованую или сварную раму, которая у больших судов может состоять из двух или трех частей, прочно соединенных между собой.

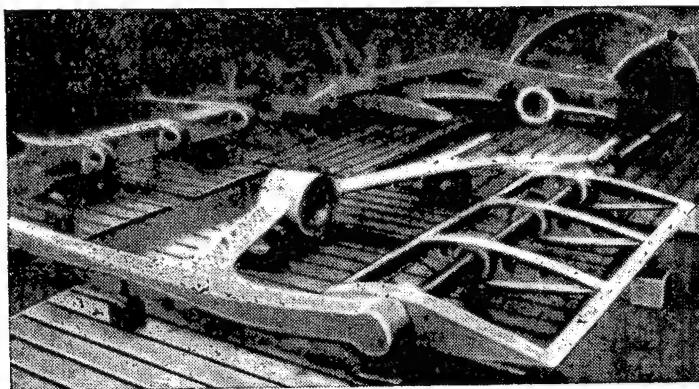


Рис. 104. Ахтерштевень с рамой балансирующего руля

Ахтерштевень изображен на рис. 104. Он состоит из старпоста, к которому крепится обшивка и в котором имеется утолщение с отверстием для прохода конца гребного вала, и рудерпоста. На петлях рудерпоста навешивается руль.

Пространство между старпостом и рудерпостом называется колодцем; в нем расположен гребной винт. Нижняя часть ахтерштевня, на которую опирается руль, называется подпятником.

Форштевень обычно устанавливают с небольшим наклоном вперед в сторону носа судна, ахтерштевень устанавливают всегда вертикально.

Часть судна, расположенная в корму от ахтерштевня и находящаяся выше грузовой ватерлинии, называется кормовым подзором. Подзор предназначен для защиты руля от повреждений.

Если судно имеет один гребной винт, то его гребной вал располагается в диаметральной плоскости судна; при трех гребных винтах гребной вал одного из них располагается в диаметральной плоскости судна, а два других — по одному, справа и слева от него. Если же судно имеет два или четыре гребных винта, то их гребные валы располагаются справа и слева от диаметральной плоскости.

Внутри судна, в кормовой его части, устраивают туннель, или коридор гребного вала, представляющий собой водонепроницаемую выгородку, в которой находятся гребной вал, его подшипники и дейдвудное устройство.

Дейдвудное устройство представляет собой трубу с прокладками, в которой гребной вал вращается и из которой он выходит наружу. Для обеспечения водонепроницаемости дейдвудная труба имеет сальники и набивку.

Туннель гребного вала сообщается непосредственно с машинным отделением водонепроницаемой дверью и имеет выход по трапу на верхнюю палубу.

Для поддержания выступающих далеко наружу гребных валов у двух-, трех и четырехвинтовых судов устанавливают специальные литые кронштейны, имеющие муфту для прохода вала, и лапы для прочного крепления их к обшивке и набору судна.

Кроме того, для лучшего поддержания дейдвудной трубы и вала при выходе его из корпуса судна устанавливают как промежуточные опоры отливки, называемые мортами, представляющие собой литые муфты с отверстием для прохода гребного вала и прочно соединяемые с наружной обшивкой и набором судна в корме.

#### § 54. ПЕРЕБОРКИ СУДНА

В конструкцию набора судна входят продольные и поперечные непроницаемые переборки, являющиеся связями судна.

Продольные переборки чаще всего устраивают на наливных судах. На сухогрузных судах продольные переборки устраивают редко, главным образом для отделения от других помещений, расположенных вдоль бортов судна, отсеков для хранения угля, называемых угольными ямами или угольными бункерами.

Поперечные водонепроницаемые переборки идут от днища (или от настила второго дна) до верхней непрерывной палубы и от борта до борта и имеют важное значение для судна. Они препятствуют попаданию воды в соседние отсеки при получении судном пробоины и тем самым предохраняют его от затопления. Кроме этого основного назначения, переборки придают корпусу судна поперечную прочность и делят его на ряд отсеков, в которых помещаются машинное и котельное отделения, грузовые трюмы, кладовые и т. п.

При расстановке водонепроницаемых переборок руководствуются правилами постройки судов Регистра СССР.

Общее количество переборок на судне и их расположение зависят от назначения, размеров судна и других условий.

На всех судах, как правило, устанавливается носовая (первая от форштевня) водонепроницаемая переборка. Эта переборка образует носовой отсек, который называется *форпиком*; соответственно переборка называется *форпиковой*.

В кормовой части ставят первую от ахтерштевня водонепроницаемую переборку, ограничивающую отсек, называемый *ахтерпиком*; переборка называется *ахтерпиковой*.

Поперечная переборка, расположенная в плоскости ахтерштевня и отделяющая кормовой подзор от ахтерпика, называется *транцевой переборкой*.

Водонепроницаемые переборки обязательно устанавливают для выделения машинных и котельных отделений.

Отсеки на судне, служащие для хранения жидкого топлива, называются *цистернами* и отделяются от грузовых трюмов или других помещений двумя поперечными нефтенепроницаемыми переборками. При этом образуются отсеки шириной 1—2 шпации, называемые *коффердами*. Коффердам защищает смежные отсеки или помещения от проникания в них хотя бы небольших количеств жидкого топлива или его паров. Для более надежной защиты коффердамы должны быть заполнены водой.

Переборки (см. рис. 84) в настоящее время делают сварными. Они обычно состоят из горизонтально расположенных листов, толщина которых увеличивается к их нижней части, и некоторого количества вертикальных стоек.

Стойки называются *простыми*, если они состоят из профильного материала, и *рамными*, если они состоят из узких листов, подкрепленных для жесткости продольными полосами.

Водонепроницаемые переборки приваривают к наружной обшивке и палубам, а при клепаной конструкции присоединяют к ним при помощи водонепроницаемого обделочного угольника по всему периметру. Стойки переборок присоединяют сверху и внизу посредством коротких угольников или книц сваркой или клепкой.

Благодаря стойкам поперечные переборки имеют достаточную прочность и выдерживают давление воды, которая может попасть в отсек.

После изготовления переборки испытывают на водонепроницаемость.

В корпусе судна имеются также пронизаемые поперечные и продольные стальные переборки, называемые *выгородками*. Обычно они имеют небольшую длину и служат для образования помещений в пределах водонепроницаемых отсеков судна.

#### § 55. ПАЛУБЫ СУДНА

Верхняя палуба служит основной непрерывной продольной связью и водонепроницаемым перекрытием корпуса судна.

На большинстве судов обычно имеется одна непрерывная верхняя палуба. На крупных судах с высоким бортом ниже верхней палубы устраивается еще несколько палуб. В пространствах между палубами размещаются жилые и служебные помещения судна, а иногда и грузы. Эти палубы называются второй, третьей и т. д. Количество их зависит от высоты борта судна.

На больших судах выше верхней палубы устраивают также палубы, используемые для различных целей: расположения надстроек, шлюпок, прогулок пассажиров и т. д.

Палубы ниже верхней палубы могут быть водонепроницаемыми или пронизаемыми.

Пространство между самой нижней палубой и днищем или вторым дном называется *трюмом*. Палубы располагаются обычно на расстоянии от 2,1 до 2,4 м друг от друга.

Если какая-нибудь палуба, расположенная ниже главной, простирается не по всей длине судна, то она называется *платформой*.

Верхняя палуба имеет поперечную погибь для стока воды к бортам и увеличения ее прочности. Величина стрелки прогиба составляет  $1/50$  ширины судна в данном сечении.

В продольном направлении верхняя палуба имеет подъем в носовой и кормовой частях судна для увеличения объема трюмов в оконечностях и уменьшения попадания воды на палубу при движении судна во время волнения. Эти подъемы палубы называются *носовой и кормовой седловатостью*. Носовую седловатость делают больше, чем кормовую.

Верхнюю палубу испытывают на водонепроницаемость.

Часто верхнюю палубу поверх стальных листов настилают деревянными сосновыми досками, называемыми *палубником*, шириной от 100 до 130 мм при толщине 50—80 мм. Деревянный настил крепят к стальному настилу при помощи болтов или приварных шпилек с гайками. Головки болтов утапливают в доски настила и закрывают деревянными шашками. Зазоры между досками конопатят и заливают варом.

Для возможности сообщения между палубами и выполнения грузовых операций в палубах делают вырезы, расположенные один над другим и называемые *люками*.

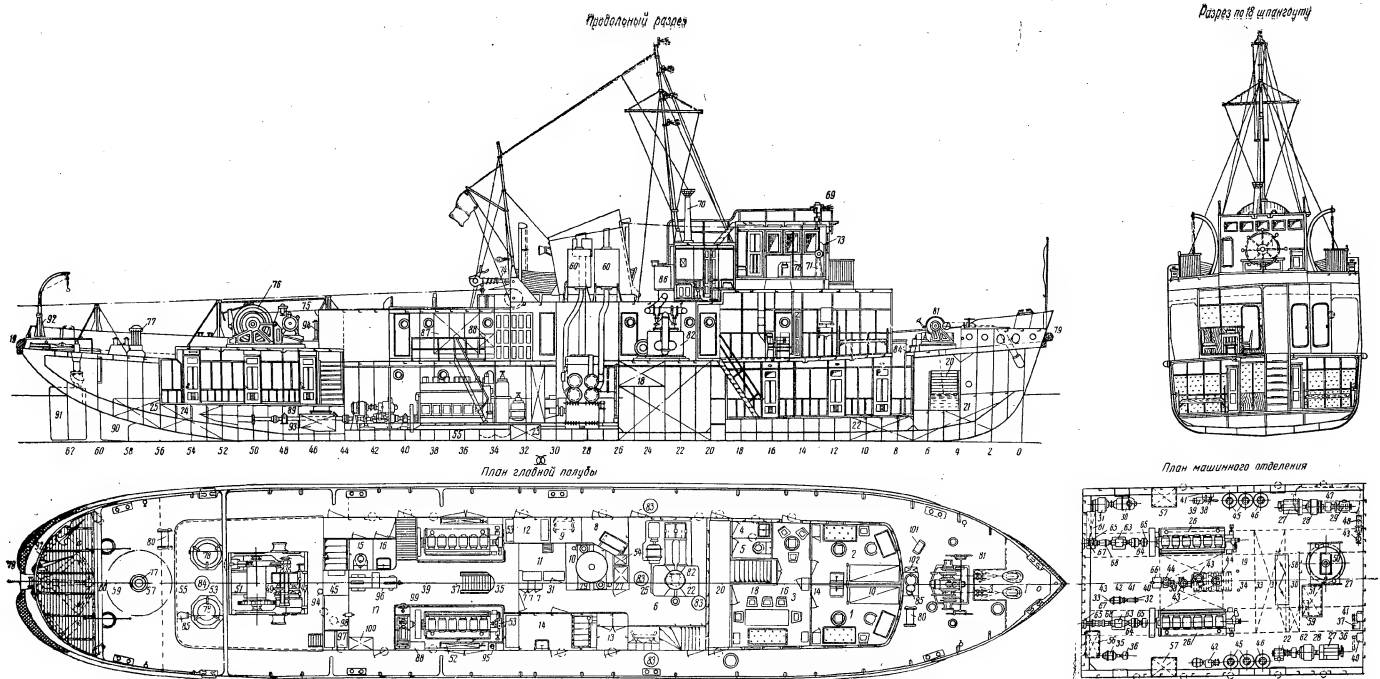


Рис. 106. Буксирный теплоход:

1—капитан; 2—шхота мачта; 3—столешня и красный уголок; 4—универсальный для носового помещения; 5—В.К. для носового помещения; 6—насосное отделение; 7—шхота прожектора; 8—прачечная; 9—стелаж; 10—выгородка котла; 11—баня; 12—универсальный; 13—моторная; 14—моторная; 15—моторная; 16—моторная; 17—моторная; 18—моторная; 19—моторная; 20—моторная; 21—моторная; 22—моторная; 23—моторная; 24—моторная; 25—моторная; 26—моторная; 27—моторная; 28—моторная; 29—моторная; 30—моторная; 31—моторная; 32—моторная; 33—моторная; 34—моторная; 35—моторная; 36—моторная; 37—моторная; 38—моторная; 39—моторная; 40—моторная; 41—моторная; 42—моторная; 43—моторная; 44—моторная; 45—моторная; 46—моторная; 47—моторная; 48—моторная; 49—моторная; 50—моторная; 51—моторная; 52—моторная; 53—моторная; 54—моторная; 55—моторная; 56—моторная; 57—моторная; 58—моторная; 59—моторная; 60—моторная; 61—моторная; 62—моторная; 63—моторная; 64—моторная; 65—моторная; 66—моторная; 67—моторная; 68—моторная; 69—моторная; 70—моторная; 71—моторная; 72—моторная; 73—моторная; 74—моторная; 75—моторная; 76—моторная; 77—моторная; 78—моторная; 79—моторная; 80—моторная; 81—моторная; 82—моторная; 83—моторная; 84—моторная; 85—моторная; 86—моторная; 87—моторная; 88—моторная; 89—моторная; 90—моторная; 91—моторная; 92—моторная; 93—моторная; 94—моторная; 95—моторная; 96—моторная; 97—моторная; 98—моторная; 99—моторная; 100—моторная.

Люки бывают грузовые, световые и сходные.

По вырезу люки окаймляют вертикальными листами, называемыми комингсами. Назначение комингсов — препятствовать попаданию воды, появившейся на палубе, в подпалубные помещения.

#### § 56. НАДСТРОЙКИ И ПОМЕЩЕНИЯ НА СУДАХ

На транспортных судах на верхней палубе и выше устраивают надстройки. Надстройка в носовой части называется баком или полубаком (в зависимости от высоты). В кормовой части она называется ютом или полуютом — также в зависимости от высоты над палубой. В средней части судна устраивают надстройку, называемую средней.

Если средняя надстройка удлиняется и доходит до бака или юта, она называется удлиненным баком или удлиненным ютом.

Надстройки в носовой оконечности судна используются для служебных помещений, а в надстройках в кормовой части часто находятся и жилые помещения. Носовая надстройка, кроме того, предохраняет палубу судна от заливания водой при большой встречной волне.

Средняя надстройка используется для жилых и служебных помещений и при достаточной длине и прочности увеличивает общую продольную прочность корпуса судна.

Каюты располагаются выше грузовой ватерлинии. Обычно для них отводятся верхняя палуба и палубы надстроек. Машинное и котельное отделения и трюмы устраивают в нижней части корпуса судна. Кроме кают, на судне имеются санитарно-гигиенические, хозяйственно-бытовые и служебные помещения.

Отсеки для перевозки грузов, называемые грузовыми трюмами, расположены под главной палубой и занимают почти все пространство судна, кроме отсеков, занятых машинным и котельным отделениями, и крайних отсеков — форпика и ахтерпика. В большинстве случаев машинные и котельные отделения находятся в средней или кормовой части судна; над ними устраивают большие открывающиеся световые люки.

В средней части крупных судов, над палубой средней надстройки, устраивают в виде ярусов дополнительные палубы, где находятся помещения, в которых устанавливается оборудование для управления судном: рулевая, штурманская, навигационная рубки и другие помещения.

Общий вид и план судна показан на рис. 105.

#### § 57. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СУДОВЫХ УСТРОЙСТВАХ

На судах бывают следующие устройства: якорное, рулевое, шлюпочное, грузовое, швартовное, тентовое и леерное. На буксирных судах, кроме того, устанавливается буксирное устройство.



Якорное устройство (рис. 106) расположено в крайней носовой части судна и предназначается для удержания его на месте во

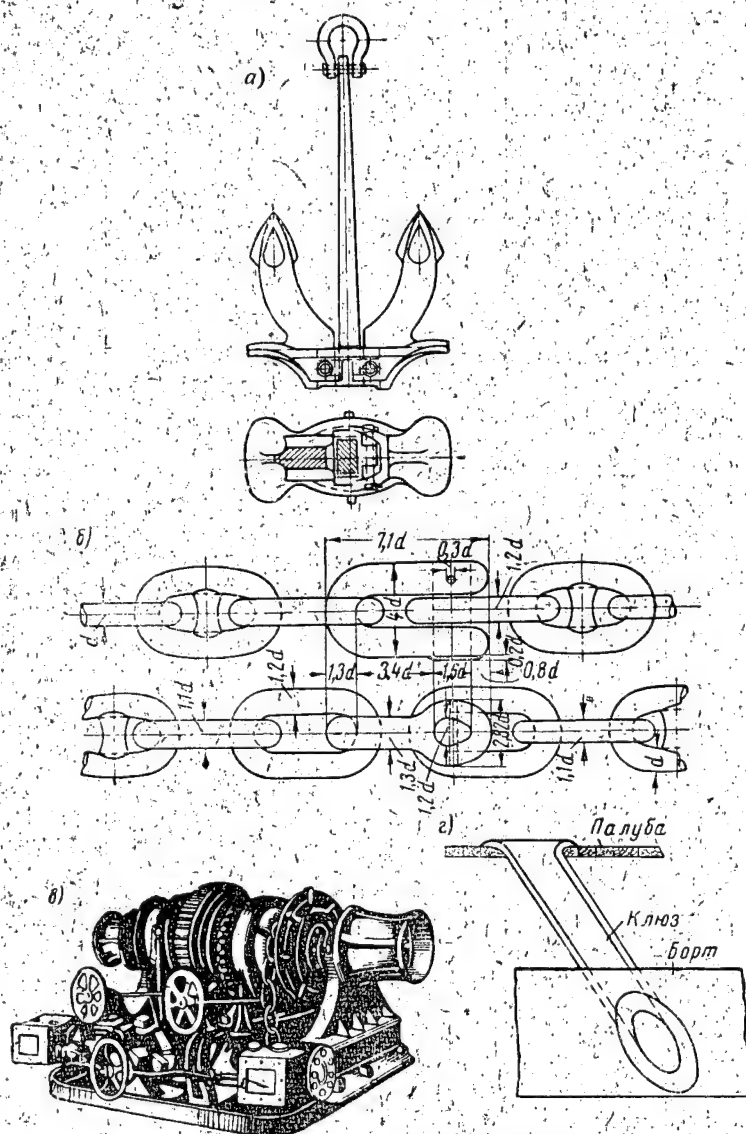


Рис. 106. Якорное устройство

время его стоянки в отдалении от берега. Оно состоит из якоря (рис. 106,а), якорной цепи (рис. 106,б) и специальной машины для подъема якорей, которая называется брашпилем

(рис. 106, в). Якорь связан с судном цепным канатом. При сбрасывании в воду якорь падает на дно, зарывается в грунт своими лапами и таким образом удерживает судно на месте. При подъеме или опускании якоря цепь проходит через так называемые якорные клюзы (рис. 106, г) — отливки в виде коротких труб, закрепляемых на палубе и бортах судна. При подъеме якорей якорную цепь укладывают в особый отсек, расположенный в форпике судна или рядом с ним и называемый цепным ящиком. Якоря бывают различных типов; наиболее распространены якоря с поворачивающимися лапами. Вес и число якорей принимаются в зависимости от размеров судна.

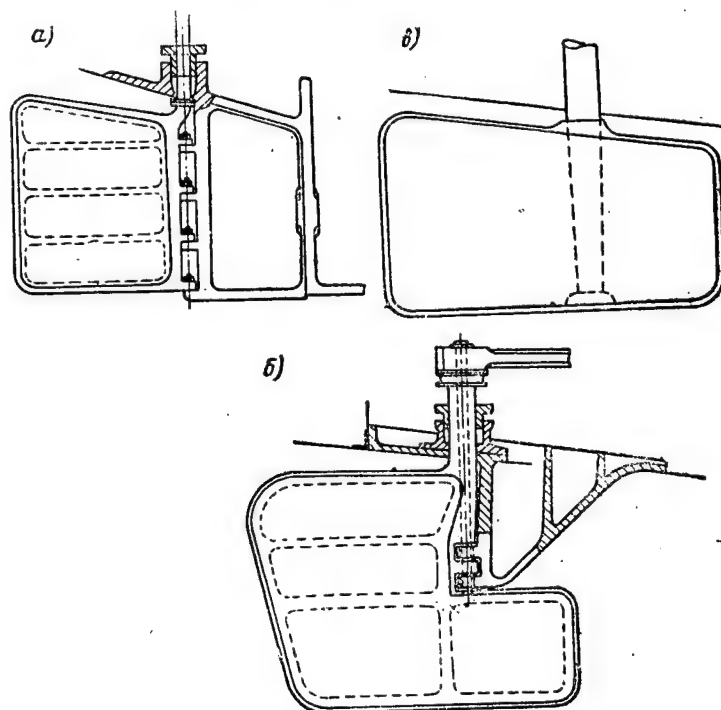


Рис. 107. Рули

Рулевое устройство служит для изменения направления движения судна. Рулевое устройство состоит из руля, рулевой машины и рулевой проводки.

Форма и размеры рулей зависят от размеров судна, характера обводов его кормовой части, конструкции ахтерштевня и т. д.

Рули бывают следующих основных типов:

1. Обыкновенные рули (рис. 107, а) обычно применяются на одновинтовых судах. У них перо расположено по одну сторону от оси вращения руля.

2. Полубалансирные (рис. 107, б) и балансирные (рис. 107, в) рули применяются на крупных судах. У этих рулей перо расположено по обе стороны от оси вращения.

По форме сечения пера рули бывают обтекаемой и плоской формы.

Верхняя часть руля имеет вид балки круглого сечения, которая проходит через палубу судна и называется баллером. Баллер предназначен для крепления специального рычага, называемого румпелем и служащего для поворачивания руля.

Румпели бывают одноплечие, расположенные в диаметральной плоскости судна, двухплечие, расположенные поперек судна, и секторные.

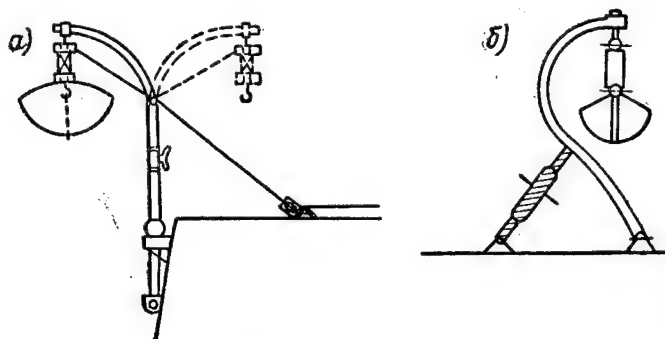


Рис. 108. Шлюпочное устройство

Рули обычно навешивают на ахтерштевень при помощи рулевых петель и штырей; кроме того, они опираются на пятку ахтерштевня или подвешиваются на специальных подшипниках.

Рули поворачивают при помощи рулевых машин и рулевой проводки. Рулевые машины бывают паровые и электрические. На малых судах устанавливают ручные рулевые машинки.

Шлюпочное устройство предназначено для связи судов друг с другом и с берегом при стоянке на рейде, а также для спасания людей в случае аварии судна.

Шлюпки бывают спасательные и рабочие. Они располагаются по обоим бортам судна на верхней палубе или на специальной, так называемой шлюпочной палубе и устанавливаются на деревянные блоки.

Для спуска шлюпок на воду и подъема их на борт судна применяют шлюпбалки различных конструкций.

Шлюпбалка самой простой конструкции представляет собой стальную кованую балку круглого сечения с изогнутой по дуге верхней частью (рис. 108, а).

Средняя часть шлюпбалки находится в обойме, а нижняя упирается в башмак. Обойма и башмак прочно прикреплены снаружи к борту судна; шлюпбалка может поворачиваться в них. Для

каждой шлюпки нужны две шлюпбалки, поворотом которых шлюпку выбрасывают за борт и спускают на талиях на воду.

В последнее время широко применяют шлюпбалки различных систем, которые крепятся к палубе и наклоняются за борт при помощи винтового устройства (рис. 108,б). На верхних концах шлюпбалок закладываются тали, на которых и подвешиваются шлюпки во время их подъема и опускания.

Грузовое устройство на судах служит для погрузки и выгрузки перевозимого груза. Оно состоит из лебедок и грузовых стрел, деревянных или металлических, укрепленных на мачтах (рис. 109,а).

Стрелы расположены в районе грузовых люков таким образом, чтобы конец поднятой стрелы с блоками и грузовым гаком находился посередине грузового трюма.

Подъем грузов стрелами производится при помощи грузовых, паровых или электрических лебедок, установленных у основания мачты. Лебедка, наматывая на свой барабан трос, перекинутый через блок стрелы, поднимает из трюма груз, закрепленный на гаке троса.

Выгрузка на пристань или другое судно производится путем вращения стрелы при помощи боковых оттяжек по направлению к борту.

Иногда на транспортных судах вместо грузовых стрел с лебедками устанавливают поворотные грузовые краны необходимой грузоподъемности (рис. 109,б).

Буксирное устройство состоит из буксирного гака, который передвигается по особой дуге, прочно прикрепленной к судну в средней или кормовой части, и буксирных арок, поддерживающих буксирный трос<sup>1</sup>.

Швартовное устройство (рис. 110) предназначено для причаливания и неподвижного закрепления (пришвартовки) судов к пристани или к другому судну.

Это устройство состоит из:

1) кнехтов (рис. 110,а), представляющих собой литые или сварные парные тумбы, надежно прикрепленные к палубе судна и служащие для закрепления на них швартовов;

2) литых киевых планок, предохраняющих швартовы от перетирания о борта судна (рис. 110,б);

3) швартовых клюзов (рис. 110,в), представляющих собой литые кольца с закругленными краями и фланцами, укрепленные в фальшборте и служащие для пропуска швартовов с судна на берег или, наоборот, с берега на судно;

4) швартовов, представляющих собой стальные или пеньковые тросы, служащие для соединения судна с берегом или с другим судном.

<sup>1</sup> На небольших судах буксирный гак неподвижно закрепляется в диаметральной плоскости судна.

150

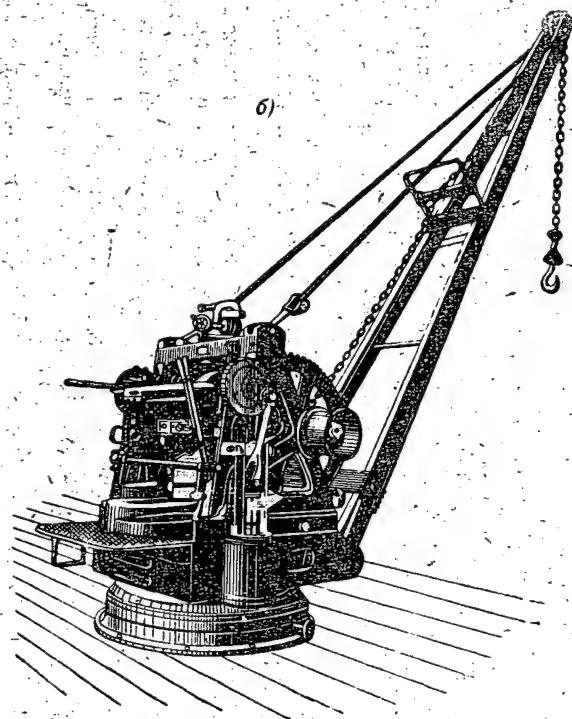
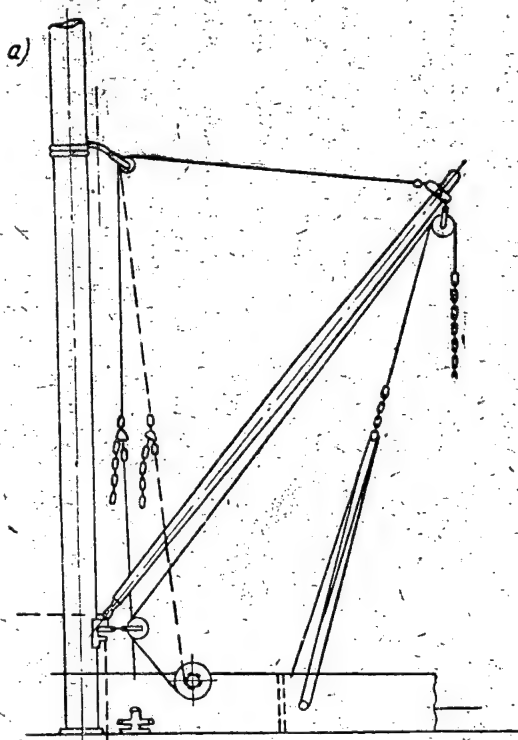


Рис. 109. Грузовое устройство

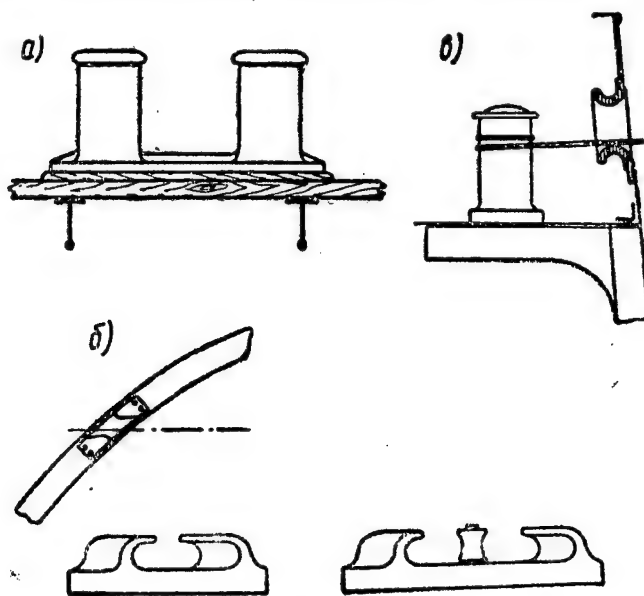


Рис. 110. Швартовное устройство

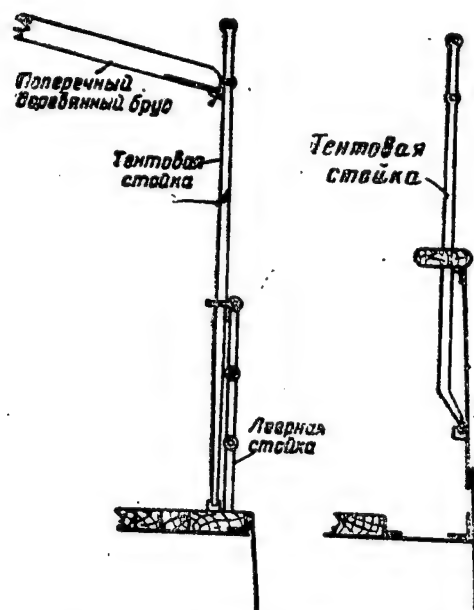


Рис. 111. Тентовое и леерное устройство

Кнехты и киповые планки располагаются симметрично по обоим бортам судна в носовой и кормовой частях, а у больших судов — и в средней части.

Тентовое устройство (рис. 111) служит для предохранения пассажиров и команды от дождя и солнца. Оно представляет собой плотный брезент, называемый тентом, который натягивается в кормовой и носовой частях судна и поддерживается при помощи поперечных деревянных брусьев, опирающихся на специальные тентовые стойки высотой около 2,5 м.

Леерное устройство (см. рис. 111) представляет собой ограждения (перила), устанавливаемые по бортам верхней палубы, палуб надстроек и рубок и состоящие из металлических стоек высотой до 1 м, прикрепленных к палубе. Между стойками в два-три ряда протягивают тонкий трос, трубки или металлические прутки, называемые леерами.

#### § 58. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СУДОВЫХ СИСТЕМАХ

Судовой системой называется специальное оборудование, состоящее из трубопроводов с арматурой, механизмами, аппаратами и приборами, предназначенное для обслуживания эксплуатационных нужд судна, а также хозяйственно-бытовых нужд пассажиров и команды и для других целей.

К основным судовым системам относятся осушительная, балластная, противопожарная, отопления, сточная, фановая, водоснабжения и вентиляции.

Осушительная система служит для удаления небольших количеств воды, накапливающейся в трюмах и отсеках судна. Воду сначала собирают в специальные сборные колодцы, откуда ее удаляют насосами через осушительный трубопровод.

Балластная система предназначается для приема водяного балласта, необходимого для увеличения осадки при ходе судна порожнем, без груза, или для выравнивания осадки носа и кормы. Прием балласта достигается также более полное погружение винтов в воду и улучшается остойчивость судна. Вода принимается через приемные трубы обычно в днищевые междудонные отсеки или в случае необходимости в форпик и ахтерпик.

Примерное количество водяного балласта, которое судно может принять в свои отсеки, составляет 15—20 % его грузоподъемности (т. е. от веса перевозимого груза).

Система водоснабжения морских судов состоит из трех отдельных трубопроводов: забортной, пресной мытьевой и питьевой воды.

Каждый трубопровод должен иметь отдельные цистерны для хранения воды, насосы и разборные краны.

Сточная система служит для удаления за борт отработавшей грязной воды из умывальников, душевых, бань, прачечных и про-



чих санитарно-гигиенических помещений судна, из камбузов, буфетов и т. д.

Фановая система служит для удаления с судна фекалий и сточных вод.

Противопожарная система предназначена для тушения возникшего на судне пожара.

Кроме водяного трубопровода, суда оборудуются и другими средствами пожаротушения, например, углекислотными, пеночными и другими установками.

Система отопления служит для нагревания воздуха в жилых, служебных и других помещениях судна в холодное время года. На судах применяется преимущественно паровое и водяное отопление (реже — электрическое отопление). В специальные грелки небольшого размера, установленные в отапливаемых помещениях, по трубам подводится пар или горячая вода, и тепло через грелки передается воздуху в помещениях.

Система вентиляции служит для удаления непригодного испорченного воздуха и замены его свежим в жилых, бытовых и служебных помещениях, машинно-котельном и других отделениях, а также для очистки воздуха в грузовых трюмах.

Вентиляция бывает естественная и искусственная.

При естественной вентиляции поступление воздуха в помещение или удаление его происходит через трубы, выведенные на открытую палубу и снабженные на наружных концах раструбами, называемыми дефлекторами, или вентиляционными головками разной конструкции. При искусственной вентиляции воздух поступает через приводные вентиляторы, паровые или, чаще, электрические, и воздухопроводы.

На судах различают вентиляцию приточную (или вдувную), вытяжную и комбинированную (приточно-вытяжную), осуществляемую двумя самостоятельными вентиляторами. Последняя применяется в помещениях, в которых воздух сильно нагревается и загрязняется (например, в машинных и котельных отделениях, камбузах и т. д.).

#### **§ 59. СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА И ХОД ПОСТРОЙКИ СУДНА**

Каждое судно строится по проекту.

Проектом называется совокупность чертежей, диаграмм, расчетов, объяснительных записок, спецификаций, ведомостей, дающих полное, исчерпывающее представление о судне, его размерах, характерных особенностях, мореходных и ходовых качествах, конструкции и наборе корпуса, мощности и характеристиках главных и вспомогательных механизмов и пр., а также о количестве основных материалов, необходимых для постройки судна.

Одновременно с техническим проектом судна разрабатывается технологический проект, устанавливающий деление корпуса на

узлы и секции, порядок и способы их изготовления и постройки из них корпуса судна, способы соединения деталей и частей между собой, необходимое количество рабочих по специальностям, оборудование, порядок и последовательность работ при постройке и т. д.

Технический проект разрабатывается по техническому заданию, составляемому и утверждаемому организацией, для которой строится данное судно.

В техническом задании указываются: тип судна, его назначение, район плавания, продолжительность рейса, грузоподъемность и грузовместимость, необходимая скорость хода, род топлива для главного двигателя, материал корпуса и другие требования, которым судно должно удовлетворять после постройки.

Проекты судов составляются специализированными проектными организациями, находящимися в ведении министерств, эксплуатирующих или строящих суда, или конструкторскими отделами крупных судостроительных заводов.

Проекты судов составляются в соответствии с правилами, издаваемыми специальной организацией — Регистром СССР.

На Регистр СССР возложен надзор за постройкой судов и их эксплуатацией. Регистру СССР представляются на рассмотрение и утверждение проекты судов до их закладки и начала постройки. Инспекторы Регистра ведут систематическое наблюдение за постройкой судов на заводах, участвуют во всех испытаниях частей судов в процессе постройки и судна в целом по окончании его постройки.

Проекты судов до начала постройки должны быть также согласованы с Госсанинспекцией Министерства здравоохранения СССР в отношении удовлетворения установленных санитарно-гигиенических требований, с пожарной охраной и с органами охраны труда.

Суда, построенные по проектам, утвержденным Регистром СССР и под наблюдением его инспекторов, получают класс, т. е. свидетельство (называемое с е р т и ф и к а т о м) о том, что они имеют прочность и остойчивость, достаточные для безопасного плавания в определенном районе. Класс дается судну обычно на 4 года.

Регистр СССР через своих местных представителей — инспекторов производит периодические осмотры плавающих судов для определения их состояния и необходимого ремонта, а также ведет наблюдение за выполнением последнего с целью восстановления строечной прочности судов и сохранения их класса.

Обычно проекты судов разрабатываются в двух стадиях. Сначала разрабатывается предварительный проект, называемый э с к и з н ы м. Он выполняется в малом масштабе в ограниченном числе чертежей, расчетов и т. д. и служит для принципиального решения основных требований технического задания.

Эскизный проект рассматривается заказчиком и по одобрении

его служит проектной организации основанием для разработки проекта во второй стадии, который называется окончательным или техническим проектом.

Технический проект рассматривается и утверждается прежде всего организацией, для которой он разрабатывался и которая выдала на его разработку техническое задание.

Утвержденный и согласованный со всеми заинтересованными организациями технический проект передается заводу-строителю и с ним заключается договор на постройку судна. На основании утвержденного технического проекта завод-строитель разрабатывает рабочие чертежи и рабочие технологические процессы, по которым ведется постройка судна.

В процессе постройки судна ведется наблюдение за качеством работ и материалов в соответствии с утвержденным проектом. Важнейшую роль при этом играет отдел технического контроля (ОТК) завода. Кроме ОТК, наблюдение за постройкой ведут также инспекторы Регистра СССР на заводах и представители заказчика.

По окончании постройки судно проходит заводские испытания, после чего оно предъявляется к сдаточным испытаниям специальной комиссии, в которой участвуют представители заказчика — как приемщики судна, представители завода — как сдатчики и представители Регистра СССР.

Сдаточные испытания называются также ходовыми и проводятся по возможности в условиях, близких к условиям эксплуатации судна, т. е. с выходом в плавание и при работе всех механизмов. При этом производят необходимые проверки, наблюдения и замеры.

После устранения обнаруженных при ходовых испытаниях недостатков судно сдается заводом и принимается заказчиком по приемо-сдаточному акту, подписываемому членами комиссии.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется судном и какую оно имеет форму?
2. Что называется набором корпуса судна?
3. Какие существуют системы набора корпусов судов?
4. Каковы особенности смешанной или клетчатой системы набора?
5. Что такое флоры и какие бывают типы флоров?
6. Как расположены бимсы и каково их назначение?
7. Какие связи проходят в днищевой части судна?
8. Какая разница между вертикальным килем и стрингером?
9. Где расположены кильсоны?
10. Расскажите о назначении наружной обшивки судна, расположении листов, пазов и стыков.
11. Где устанавливаются форштевень и ахтерштевень?
12. Каково назначение поперечных переборок?
13. Какие судовые устройства имеются на судах?
14. Для чего предназначается якорное устройство?
15. Какие существуют типы рулей?
16. Какие судовые системы устраиваются на судах?

## Глава VII

### ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

#### § 60. ИНСТРУМЕНТ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ СБОРКИ

Судовой сборкой называется процесс подготовки к прочному соединению отдельных деталей и конструкций (узлов и секций), составленных из деталей, в целое сооружение, называемое корпусом судна.

Процесс сборки корпуса судна делится на два этапа:

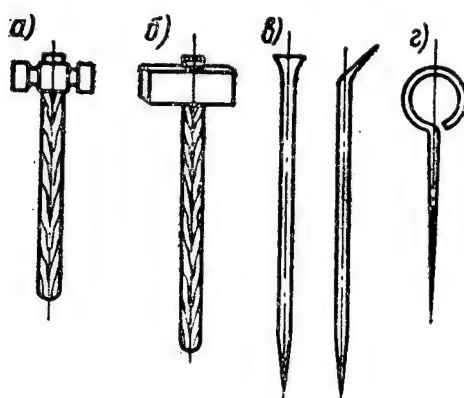


Рис. 112. Сборочный инструмент

1) предварительную сборку, при которой из отдельных деталей собирают более или менее сложные конструкции (узлы и секции), являющиеся частями корпуса судна;

2) стапельную сборку, при которой узлы и секции устанавливают и собирают на стапеле в корпус судна.

Сборка является операцией, при которой детали и конструкции готовят к соединению при помощи клепки или электро-сварки.

Для сборочных работ в металлическом судостроении применяют следующий инструмент: ручки (рис. 112,а), большие и малые кувалды (рис. 112,б), дубовые молотки (мушкель), гладилки для правки, ломы с лапкой (рис. 112,в), клинья, стальные линейки, метры, рулетки, чертилки (рис. 112,г), угольники.

Для облегчения и ускорения работ при сборке применяют различные приспособления, например, талрепы, струбцины, домкраты и др.

Для проведения при сборке длинных линий применяют тонкий шнур, натертый мелом, которым «отбивают» линию.

При сборке необходимо часто проверять вертикальность и горизонтальность положения деталей и конструкций. Для этого пользуются проверочным инструментом: тонким шнуром с веском — отвесом (рис. 113,а), обыкновенным ватерпасом — уровнем (рис. 113,б) и шланговым ватерпасом (рис. 113,в).

Шланговый ватерпас состоит из тонкого резинового шланга длиной от 10 до 25 м с двумя стеклянными трубками диаметром 15—20 мм на концах. Трубки имеют деления. Прибор наполнен

жидкостью (в теплое время года—водой, в холодное время — спиртом) и действует по закону сообщающихся сосудов, в соответствии с которым уровни жидкости в двух сообщающихся сосудах находятся в одной горизонтальной плоскости.

Прикладывая трубки к двум точкам, находящимся на некотором расстоянии одна от другой, можно по положению уровней в трубках проверить, насколько одна точка лежит выше или ниже другой.

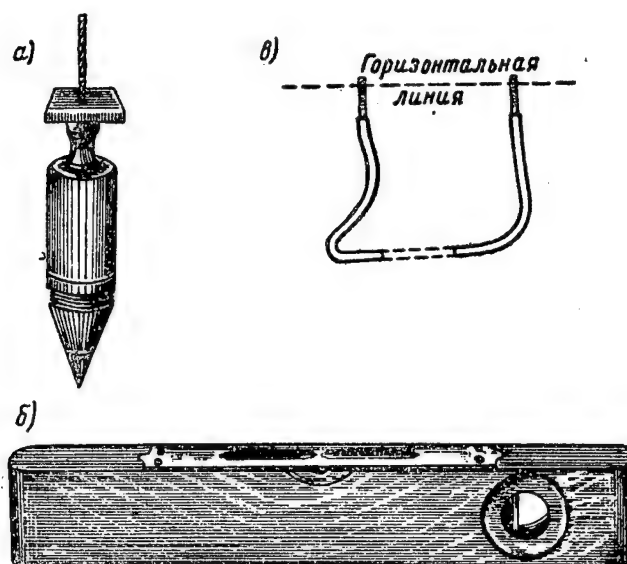


Рис. 113. Проверочный инструмент

Сборочные бригады часто сами выполняют электроприхватку и мелкую рубку. Для этого сборщики применяют пневматический рубочный молоток со шлангом, зубила, а также электрододержатель с кабелем и щиток электросварщика.

Сборку и сварку объемных и плоскостных секций производят на расположенных в сборочно-сварочном цехе горизонтальных металлических площадках больших размеров, называемых стендами.

Площадки бывают литые (рис. 114,а) и сварные (рис. 114,б); они имеют ровные поверхности.

Литые чугунные площадки состоят из отдельных толстых плит. Плиты имеют канавки для расположения приспособлений, крепящих детали к плите при сборке.

Сварные площадки имеют настилы из стальных листов толщиной от 20 до 40 мм. В листах сделаны отверстия, а между ними — зазоры для приспособлений, применяемых при сборке.

Применяют также площадки, составленные из двутавровых балок или рельсов, уложенных параллельно друг другу, с просветами.

Площадки устанавливают на прочных бетонных фундаментах.

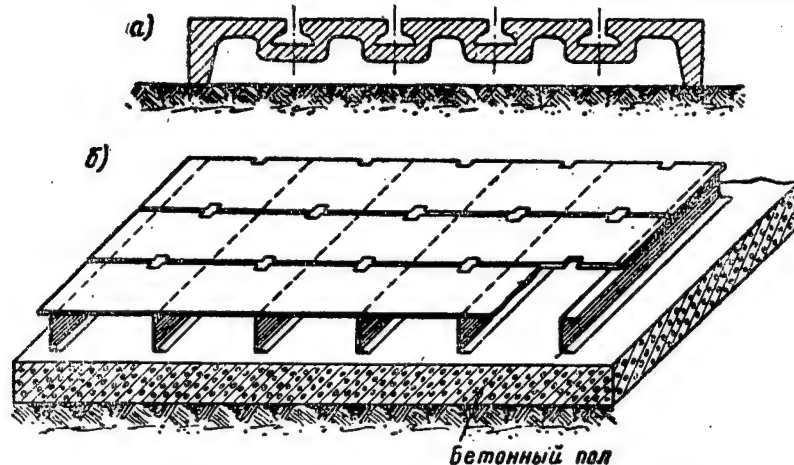


Рис. 114. Металлические сборочно-сварочные площадки

Конструкции с криволинейными очертаниями собирают и сваривают на так называемых постелях (рис. 115), состоящих из набора параллельных металлических (иногда деревянных) шаблонов или лекал, закрепленных в прочной металлической или дере-

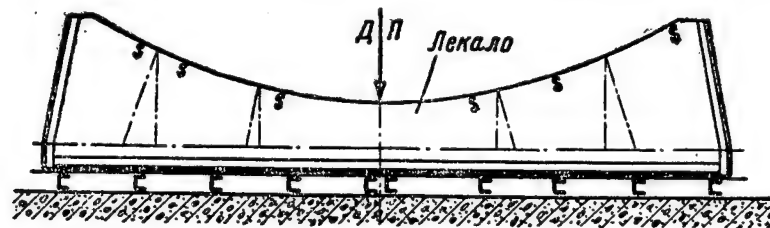


Рис. 115. Лекало постели для сборки днищевой обшивки

вяной раме и имеющих очертания, совпадающие с очертаниями внешней поверхности собираемых конструкций по данным с плаза.

Так как стенды для большого числа конструкций с криволинейными очертаниями, входящих в состав корпуса судна, занимают много места, применяют разборные постели (рис. 116). Эти постели имеют такое устройство, что при сборке секции левого и правого бортов, а также других конструкций, очертания которых не очень отличаются друг от друга, отдельные лекала можно заменять. После установки отдельных лекал на раму постели ее проверяют по шаблонам с плаза. Секции палуб с поперечной погибью

изготавливают на постелях, имеющих переставные лекала (рис. 117), с помощью которых учитываются изменения погиби палубы (подъем) к носу и к корме судна.

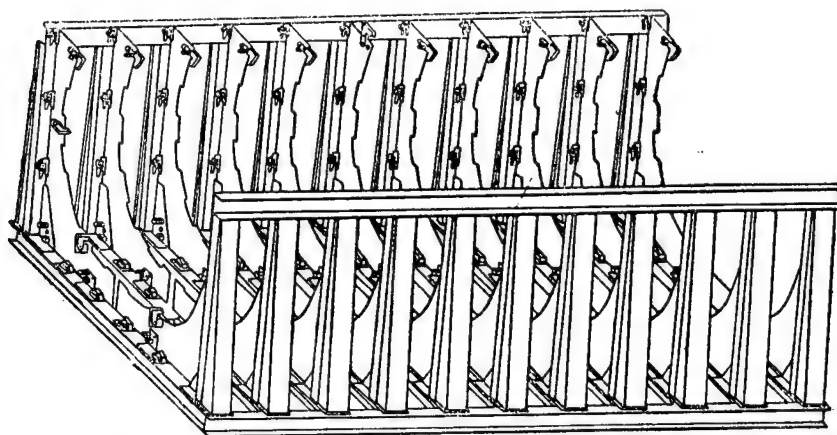


Рис. 116. Разборная постель для сборки бортовых секций

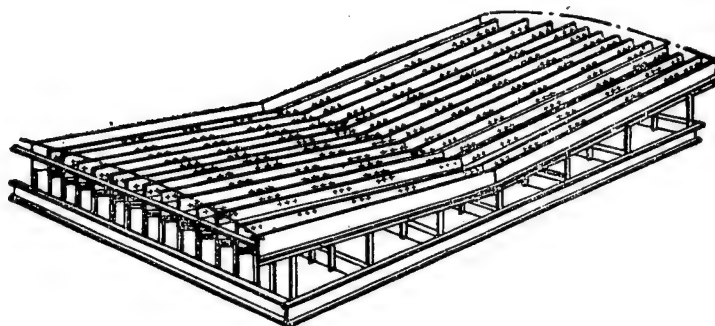


Рис. 117. Постель с переставными лекалами для сборки и сварки секций палубы

#### § 61. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СБОРКИ ПОД СВАРКУ

Сборка сварных конструкций заключается главным образом в стыковании листов и подготовке угловых соединений из деталей для последующей их сварки. При этом подтягивают одну деталь к другой вплотную или оставляют между ними зазор определенной величины. Для этого, а также для установки и закрепления собираемых деталей в положении, удобном для сварки, применяют много самых разнообразных, простых и сложных приспособлений.



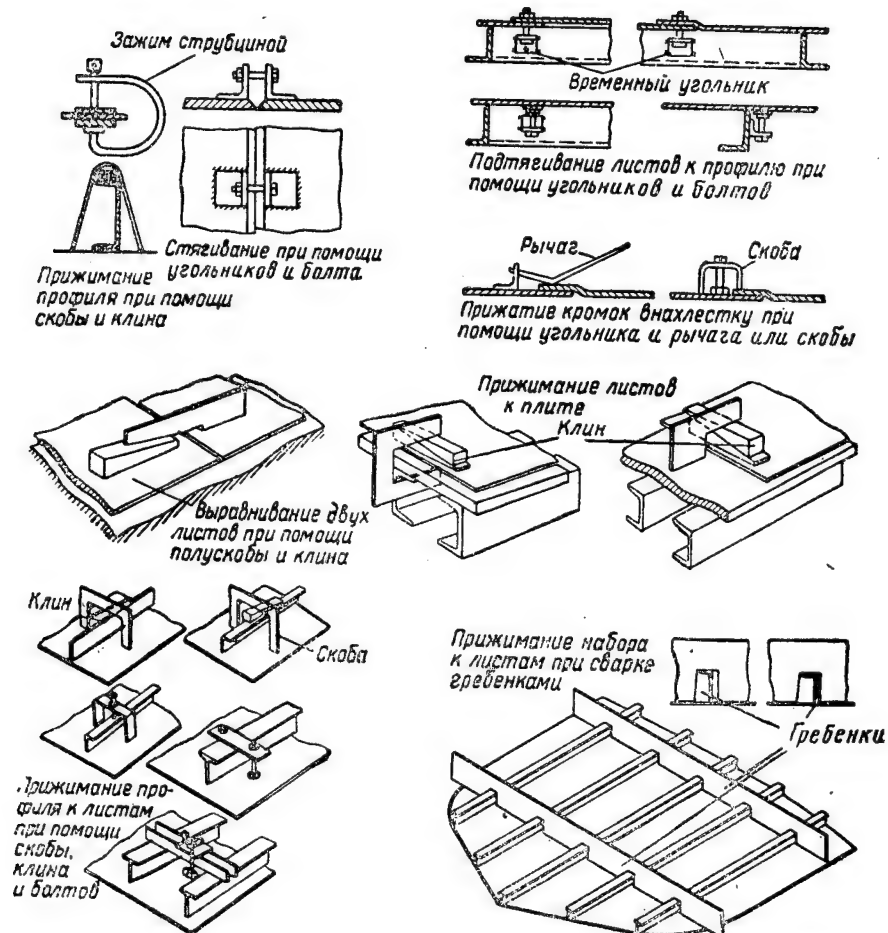


Рис. 118. Приспособления для сборки листов и профилей под сварку

При помощи применяемых в настоящее время приспособлений для сборки сварных конструкций выполняются следующие основные операции:

1) выравнивание двух листов в одной плоскости при их стыковании перед прихваткой;

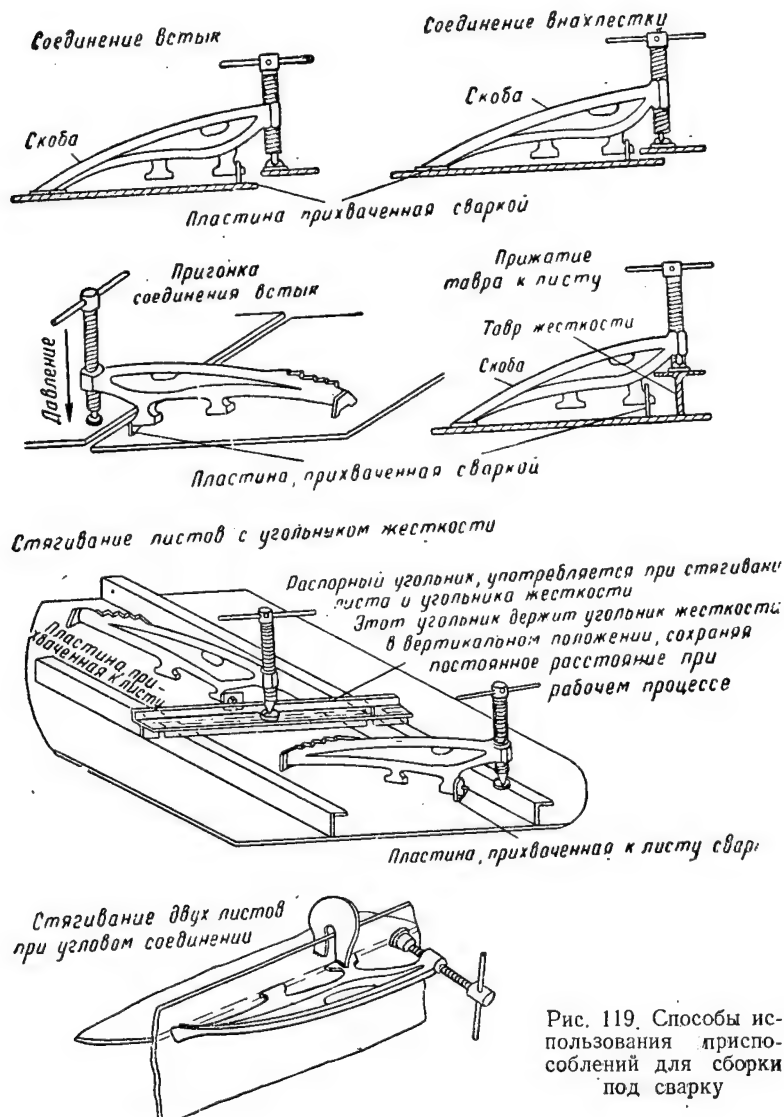


Рис. 119. Способы использования приспособлений для сборки под сварку

2) прижимание профильного материала к листовому при соединении набора с листами настилов, переборок или наружной об-

шивки или прижимание листов к сборочной площадке, а также к лекалам постели;

3) стягивание двух листов при угловом соединении (например, при соединении флоров, кия, стрингера и т. п. с листами наружной обшивки).

Для выполнения этих операций применяют разнообразные приспособления; некоторые из них показаны на рис. 118: струбины, короткие угольники, стяжные болты, скобы и полускобы из листового или профильного материала с клиньями или прижимными болтами, планки с болтами, гребенки и продолговатые балластные грузы. Как используются эти приспособления, видно из рис. 118 и 119.

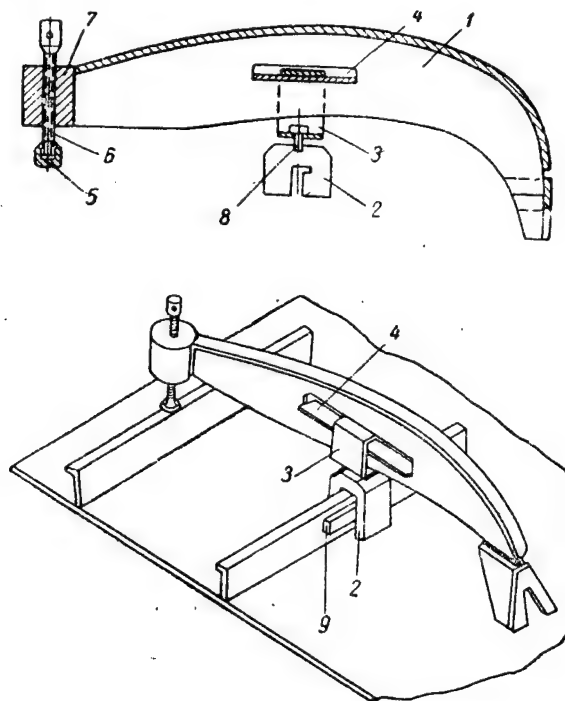


Рис. 120. Прижатие продольного набора универсальной скобой:

1—хвостовая часть скобы, 2—захват, 3—хомут, 4—направляющая планка, 5—поворотный упор, 6—винт, 7—гайка, 8—болт, 9—клин

При выполнении сборочных работ широко применяют также универсальную сборочную скобу (см. рис. 119).

Для пользования универсальной сборочной скобой необходимо приварить к собираемым деталям временные обушки, которые впоследствии удаляют.

В настоящее время для прижатия продольного и поперечного набора к настилу применяют универсальную скобу видоизмененной конструкции (рис. 120 и 121). Эта скоба крепится к набору при помощи захвата с клином.

Скоба применяется также для прижатия набора на сборочном стенде с использованием вырезов или канавок в нем.

Собранные для сварки детали предварительно соединяют при помощи электроприхваток.

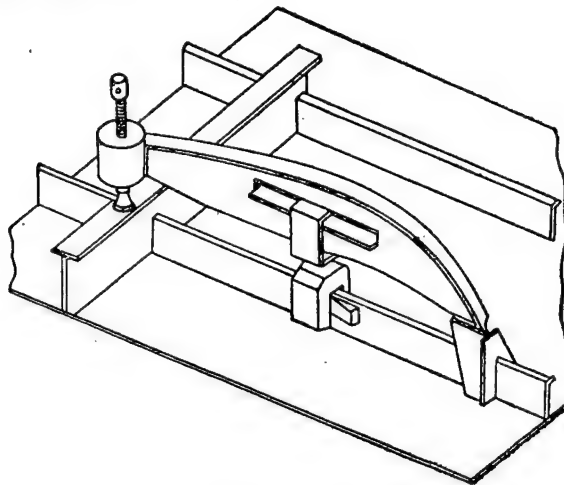


Рис. 121. Прижатие поперечного набора универсальной скобой

Для сборки и сварки плоских секций применяют также так называемый магнитный стенд с флюсовой подушкой. В магнитных стендах плотное прилегание листов при сварке достигается притяжением их магнитами, находящимися под свариваемыми деталями (см. рис. 142).

#### § 62. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО КАНТОВАТЕЛЕЙ

Все швы для удобства их выполнения и лучшего качества сварки надо по возможности сваривать в нижнем и горизонтальном положении. Для этого собранную конструкцию надо поворачивать или, как говорят, кантовать при помощи различных поворотных приспособлений. При сварке фундаментов и небольших конструкций для кантования пользуются особыми приспособлениями, называемыми позионерами и представляющими собой устройства с поворотным столом, который можно вращать вручную или электромотором.

Для сборки и сварки конструкций криволинейных очертаний небольших судов иногда применяют для кантовки так называемые качающиеся постели.

На рис. 122 показано устройство постели для сборки и сварки днищевой секции судна. На кантователях-постелях производится сборка и сварка такой сложной судовой конструкции, как выкружки наружной обшивки в районе гребного вала.

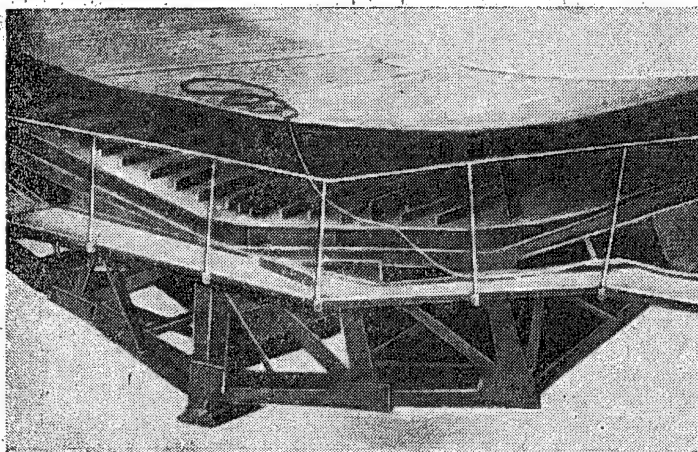


Рис. 122. Поворотная постель для сборки и сварки днищевой секции судна

При сборке и сварке больших конструкций с криволинейными очертаниями или очень длинных конструкций кантование производится в приспособлениях, называемых кантовальными кольцами, которые поворачиваются вручную (рис. 123) или при помощи электромотора (рис. 124).

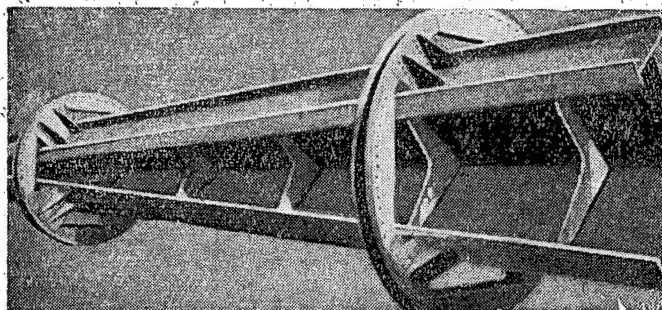


Рис. 123. Кантовальные кольца

Для сборки и сварки блок-секций небольших судов применяют кондукторы-кантователи (рис. 125), в которых правильное взаимное положение узлов и секций определяется особыми зажимными приспособлениями, называемыми фиксаторами.

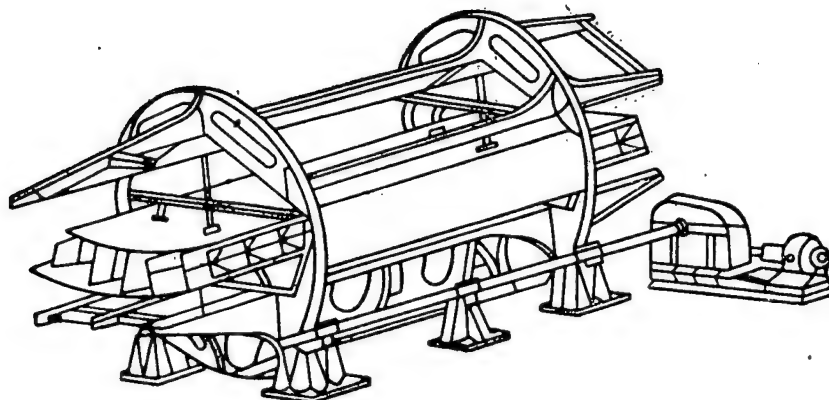


Рис. 124. Кантовальные кольца с электроприводом

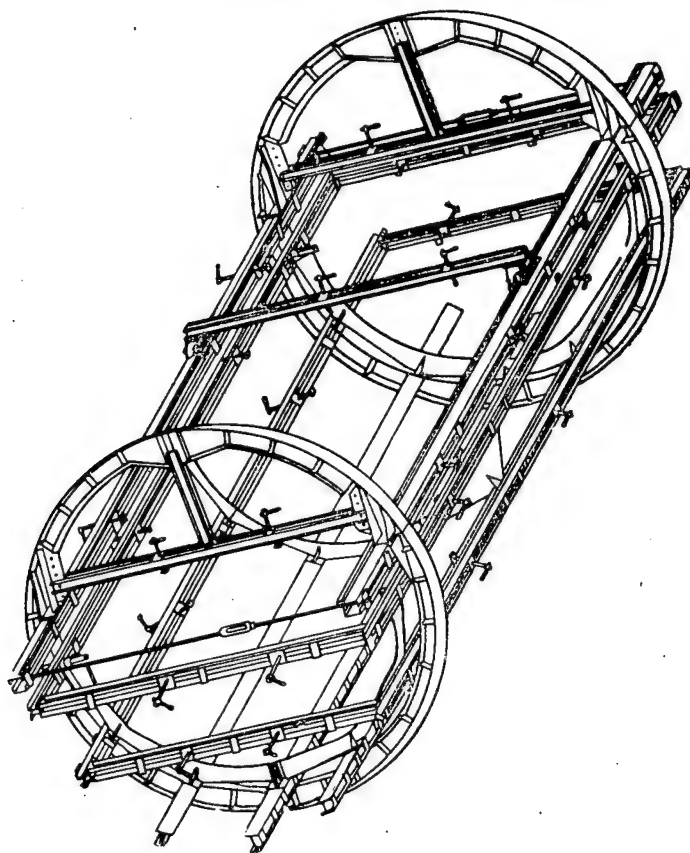


Рис. 125. Кондуктор-кантователь для сборки и сварки блок-секций  
небольших судов

В настоящее время применяют также двусторонние кантуемые (т. е. поворачиваемые) постели, на которых производится сборка и сварка отдельных секций, например, второго дна (рис. 126, а) и бортовой (рис. 126, б). На таких постелях производится сборка однотипных конструкций сначала на одной стороне

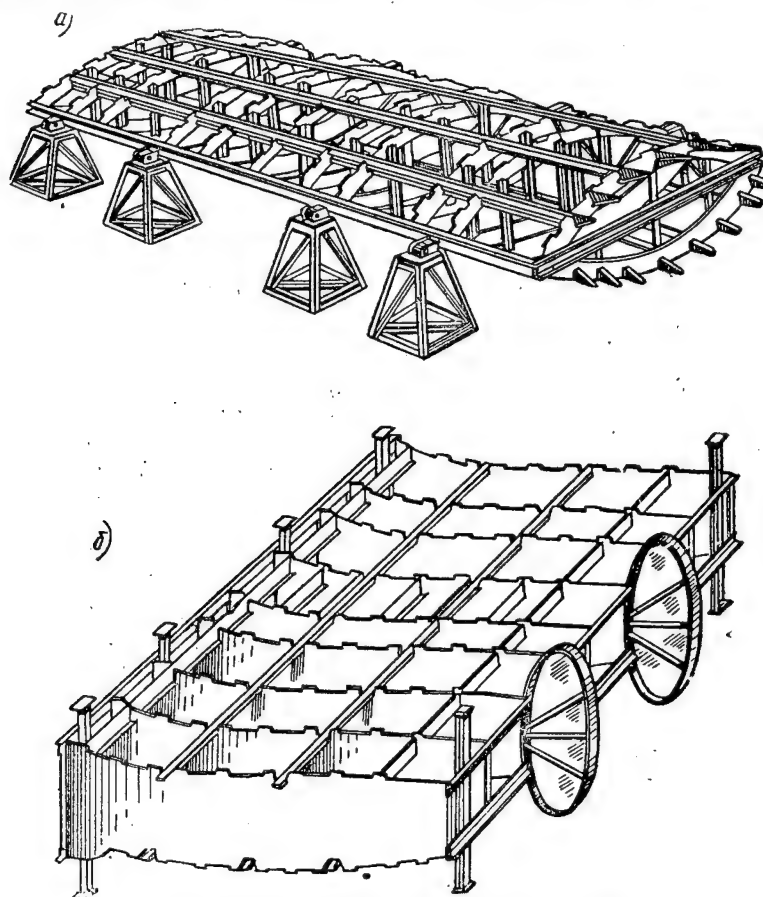


Рис. 126. Кантуемые двусторонние постели

постели, а затем после кантовки — на другой стороне. Сборка на двусторонних постелях ускоряет процесс сборки в сборочно-сварочных цехах.

Для сборки блок-секций применяют большие постели, так называемые стапель-кондукторы. На рис. 127, а изображена такая постель для сборки блок-секции в средней части судна. Стапель-кондуктор для сборки кормовой блок-секции показан на рис. 127, б.



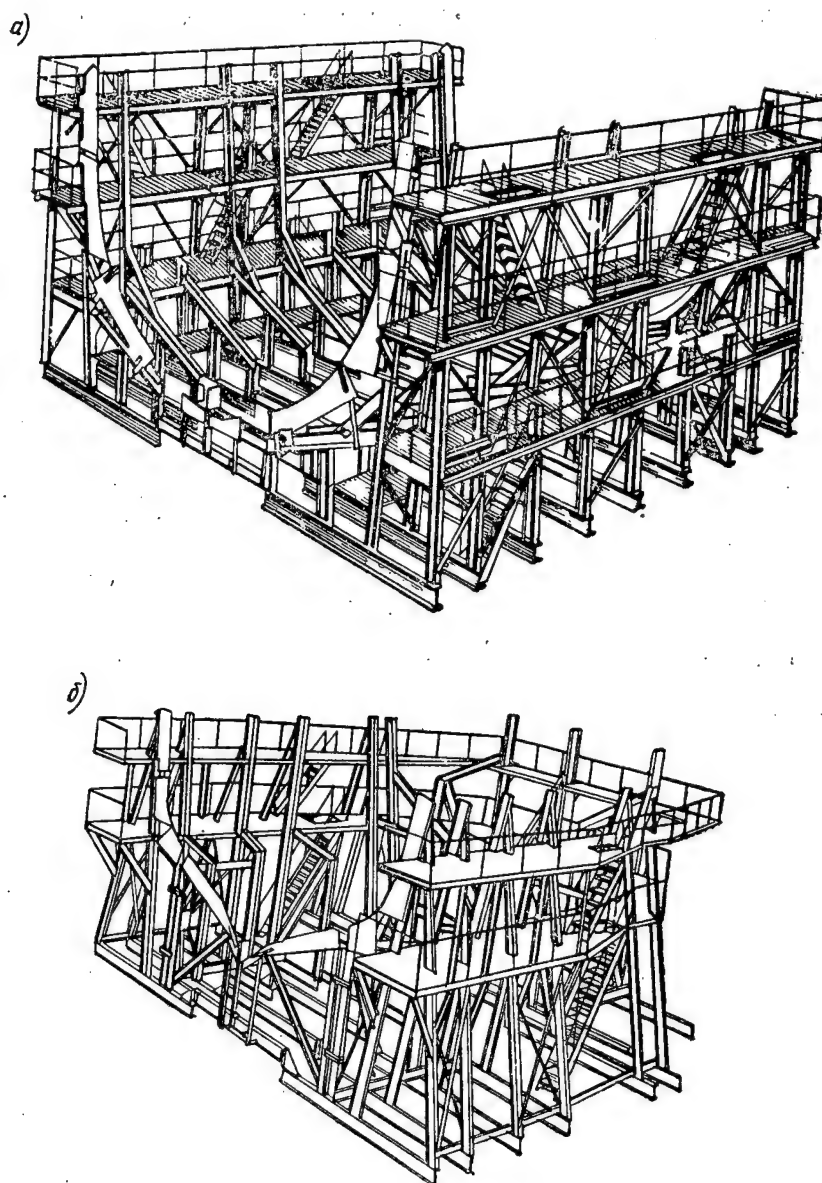


Рис. 127. Стапель-кондукторы

В практике судостроения при отсутствии кантователей конструкции часто кантуют при помощи кранов, обслуживающих места сборки. Грузоподъемность таких кранов должна соответствовать весу собранных конструкций.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое судовая сборка?
2. Назовите инструмент, применяемый при сборке.
3. Какими приспособлениями пользуются при сборке листового и профильного материала?
4. Как пользуются универсальной сборочной скобой?
5. Для чего служат поворотные приспособления?
6. Какие конструкции сваривают на позиционерах?
7. Какие секции собирают и сваривают в кондукторах-кантователях?

### Глава VIII

#### СЕКЦИОННАЯ СБОРКА КОРПУСОВ СУДОВ

##### § 63. РАЗБИВКА КОРПУСА СУДНА НА УЗЛЫ И СЕКЦИИ

Одновременно с техническим проектом судна составляется технологический проект его постройки. В этом проекте разрабатывается технологический процесс сборки и сварки корпуса. В проекте устанавливаются:

- 1) способы изготовления отдельных деталей корпуса судна;
- 2) последовательность операций и способы сборки и сварки узлов из отдельных деталей;
- 3) разбивка корпуса судна на плоскостные и объемные конструкции определенного вида, размера и веса, называемые секциями;
- 4) последовательность операций и способы сборки и сварки секций из узлов;
- 5) последовательность операций и способы сборки и сварки корпуса судна в целом из отдельных секций, узлов и деталей.

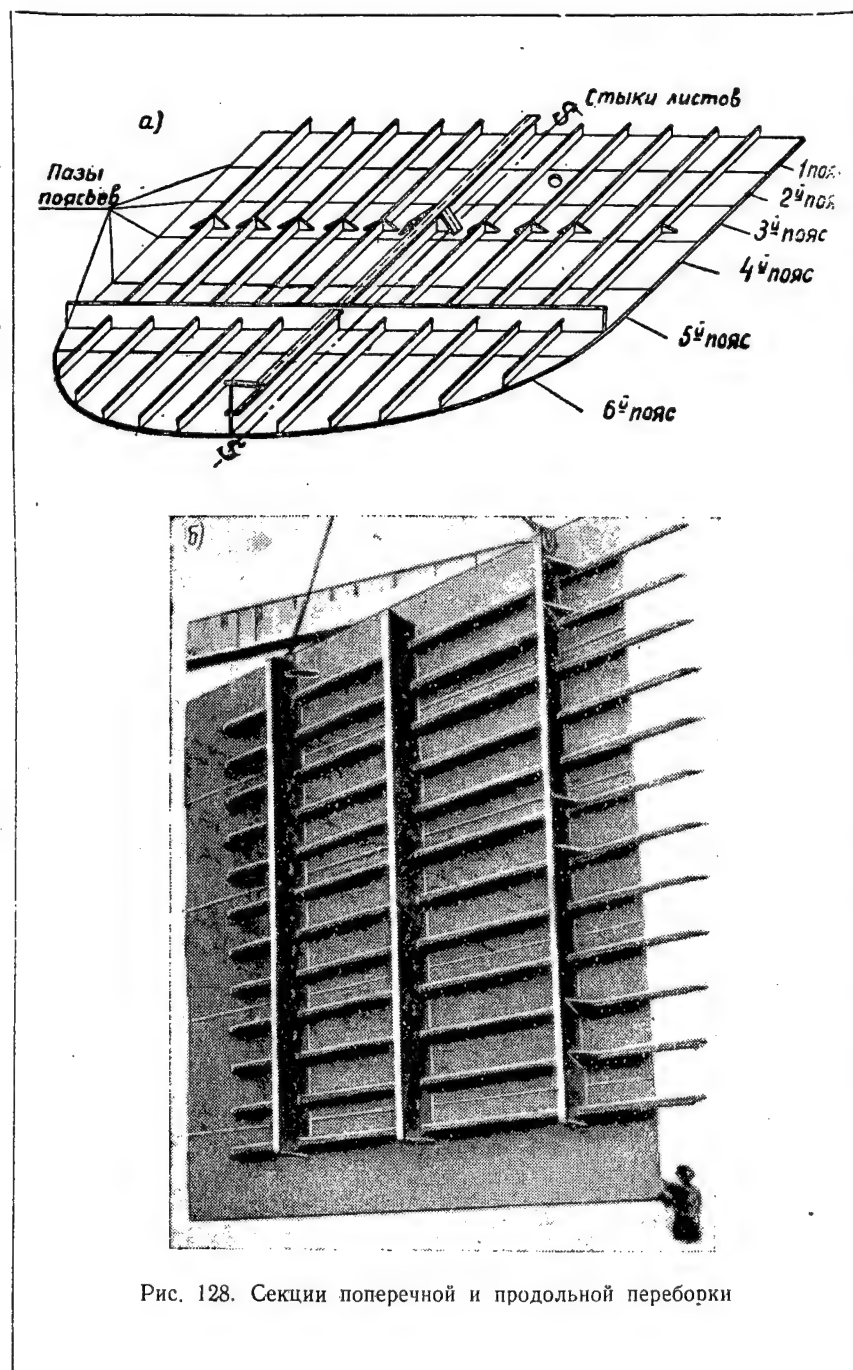
В технологическом процессе определяется также количество и вид оборудования и число рабочих по специальностям, необходимых для постройки корпуса судна.

**Узлом** называется несложная плоскостная или объемная судовая конструкция, состоящая из нескольких соединенных деталей; например, бимс из сваренной балки Т-образного сечения с кницами, полотнища переборок и настилов, составленные из листов и др. (см. рис. 154).

Из узлов составляют более сложные конструкции корпуса, называемые секциями, которые бывают плоскостные и объемные.

**Плоскостной** называется секция, состоящая из полотнища, составленного из плоских листов или листов с небольшой погибью, и присоединенного к нему набора из узлов и деталей.

К плоскостным секциям корпуса судна относятся поперечные (рис. 128,а) и продольные (рис. 128,б) переборки со стойками и



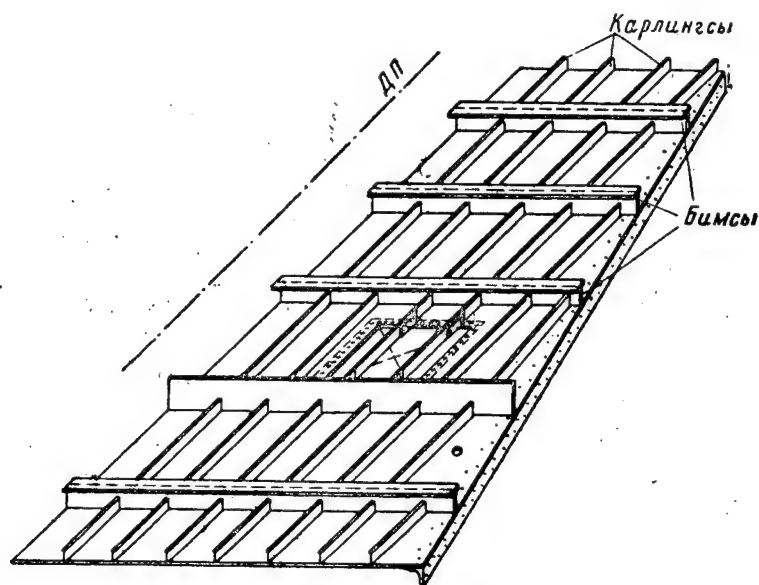


Рис. 129. Бортовая секция верхней палубы (перевернута)

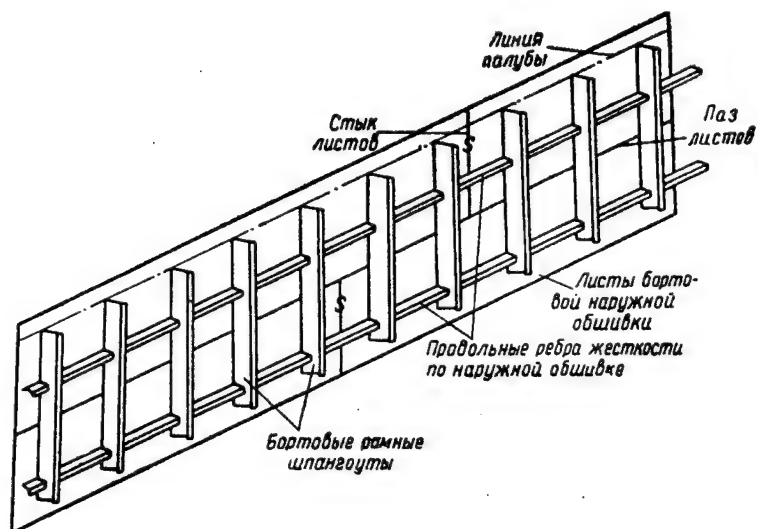


Рис. 130. Бортовая секция наружной обшивки в средней части судна

кницами, стѣнки шахт и выгородок с подкрепительными стойками, части настилов палуб и платформ с бимсами и кницами

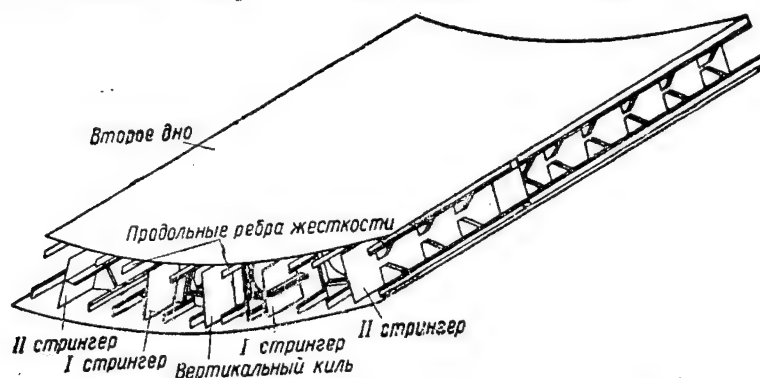


Рис. 131. Объемная днищевая секция в средней части судна

(рис. 129), части обшивки днища и бортов судна с присоединенным набором (рис. 130), части настила второго дна с угольниками жесткости и т. д.

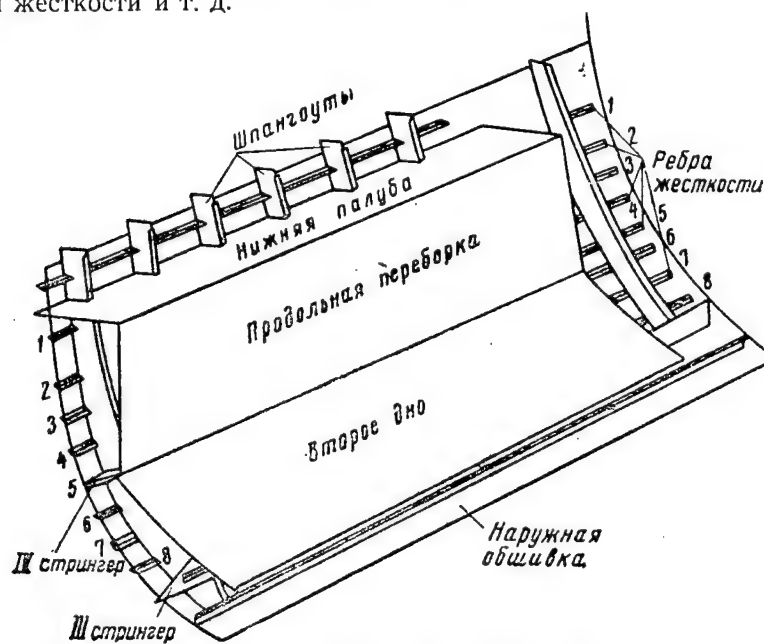


Рис. 132. Объемная скуловая секция

Объемной называется секция, состоящая из нескольких плоскостных секций с набором.

К объемным секциям относятся: днищевые секции (рис. 131), образованные днищевой обшивкой, настилом второго дна и нахо-

172

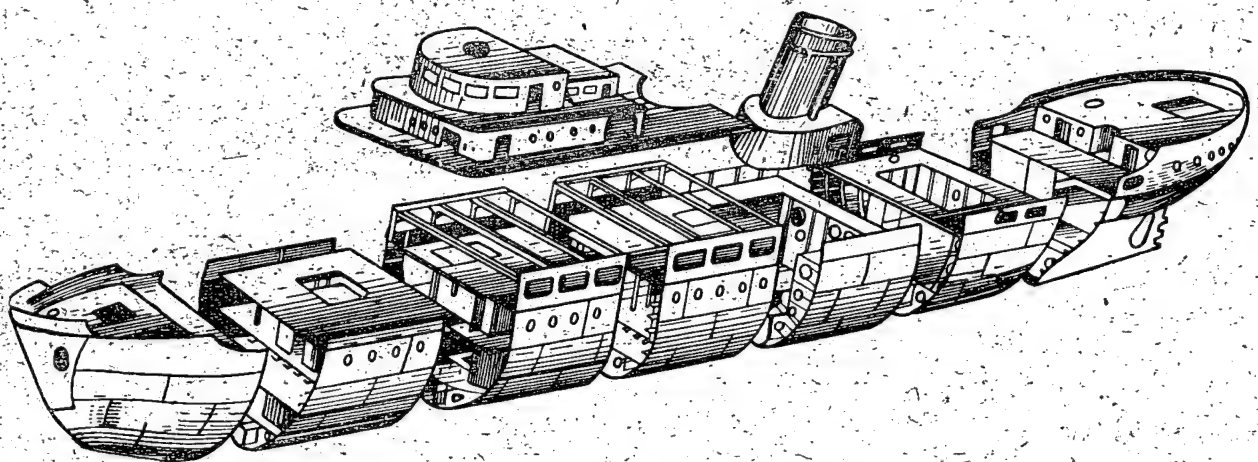


Рис. 133. Разбивка корпуса судна на блок-секции

дящимся между ними продольным и поперечным набором (вертикальный внутренний киль, днищевые стрингеры, флоры с кницами и угольниками жесткости и пр.); скуловые секции (рис. 132), образованные наружной обшивкой, скуловыми кницами, продольными переборками и прочими частями набора; секции носовой и кормовой оконечностей судна, состоящие из штевней, наружной обшивки, бортового набора, палубы, платформ и переборок; секции надстроек, секции рубок и т. д.

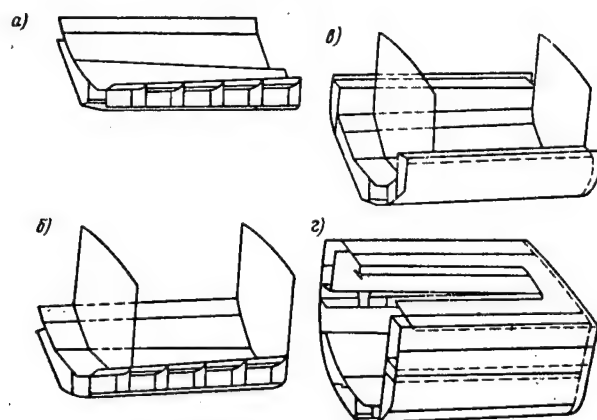


Рис. 134. Последовательность сборки блок-секции средней части судна из отдельных секций:

а—днищевая секция, б—установка поперечных переборок, в—установка скуловых секций, г—установка бортовых и палубных секций (блок-секция в сборе)

Полуобъемной называется такая секция, которая по своим размерам меньше объемной и не полностью закрыта ограничивающими ее поверхностями. По отношению ко всей объемной секции часть ее называется подсекцией. Таким образом, можно сказать, что объемная секция состоит из нескольких подсекций.

Из плоскостных и объемных секций при постройке небольших судов составляют иногда более крупные объемные секции, называемые блок-секциями (рис. 133). Блок-секции представляют собой части корпуса судна со всем продольным и поперечным набором, настилами, переборками пр.; в конструктивном отношении они являются замкнутыми частями корпуса судна.

Разбивка корпуса судна на блок-секции показана на рис. 133, а составление их из объемных и плоскостных секций—на рис. 134.

#### § 64. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СЕКЦИОННАЯ СБОРКА

Предварительная секционная сборка и сварка заключаются в следующем. В соответствии с технологическим процессом до начала работ по постройке корпуса судна на стапеле производят сборку и сварку узлов, плоскостных и объемных секций (а иногда



и блок-секций), которые в определенной последовательности подают на стапель для сборки и сварки из них корпуса судна в целом.

Предварительная сборка и сварка узлов и секций производится вне стапеля, в закрытых сборочно-сварочных цехах, соответствующим образом оборудованных; таким образом, она является подготовительным этапом строительства судна, предшествующим этапу строительства его на стапеле.

Количество секций и блок-секций, на которое разбивают судно, зависит от его размеров и конструкции и устанавливается в технологическом проекте судна.

При предварительной сборке объемных секций в блок-секции, обычно в сборочно-сварочном цехе, их доводят до большой степени готовности путем насыщения: устанавливают на них разные детали, например, крышки люков и горловин, иллюминаторы, двери, фундаменты, наклепыши, наварыши, узлы арматуры, отдельные звенья трубопроводов различных судовых систем и др.

В секциях, особенно в блок-секциях, часто, кроме того, устанавливают отдельные механизмы, устройства, часть электротехнического и прочего оборудования и производят испытание замкнутых отсеков на непроницаемость.

Основная цель насыщения секций и блок-секций — обеспечить максимальную готовность судна в цехе до сборки его на стапеле и спуска на воду и таким образом уменьшить объем достроечных работ на плаву.

Объем производимых монтажных, слесарных и других работ в блок-секциях значительно больше, чем в объемных секциях, потому что первые представляют собой собранные и сваренные части корпуса судна и в них можно развернуть работы более широким фронтом, чем в секциях.

Секции и блок-секции транспортируют на стапель, где их остается только соединить друг с другом в общий корпус судна путем сварки по монтажным стыкам и пазам.

Дальнейшая постройка судна сводится к установке остальных механизмов и оборудования и к достроечным работам.

Схема организации постройки металлического корпуса судна показана на рис. 135.

Стальной прокат (листы и профили) со склада стали завода поступает на склад корпусообработывающего цеха. Отсюда металл направляют в разметочное отделение.

Размеченный металл поступает в обрабатывающее отделение цеха. Пролеты этого цеха специализированы по видам обработки; например, в первом пролете производится только машинная газовая резка, во втором — механическая станочная обработка, в третьем — гибка и т. д.

Обработанные и замаркированные детали поступают в комплектационный склад, где их комплектуют по узлам и посецион-

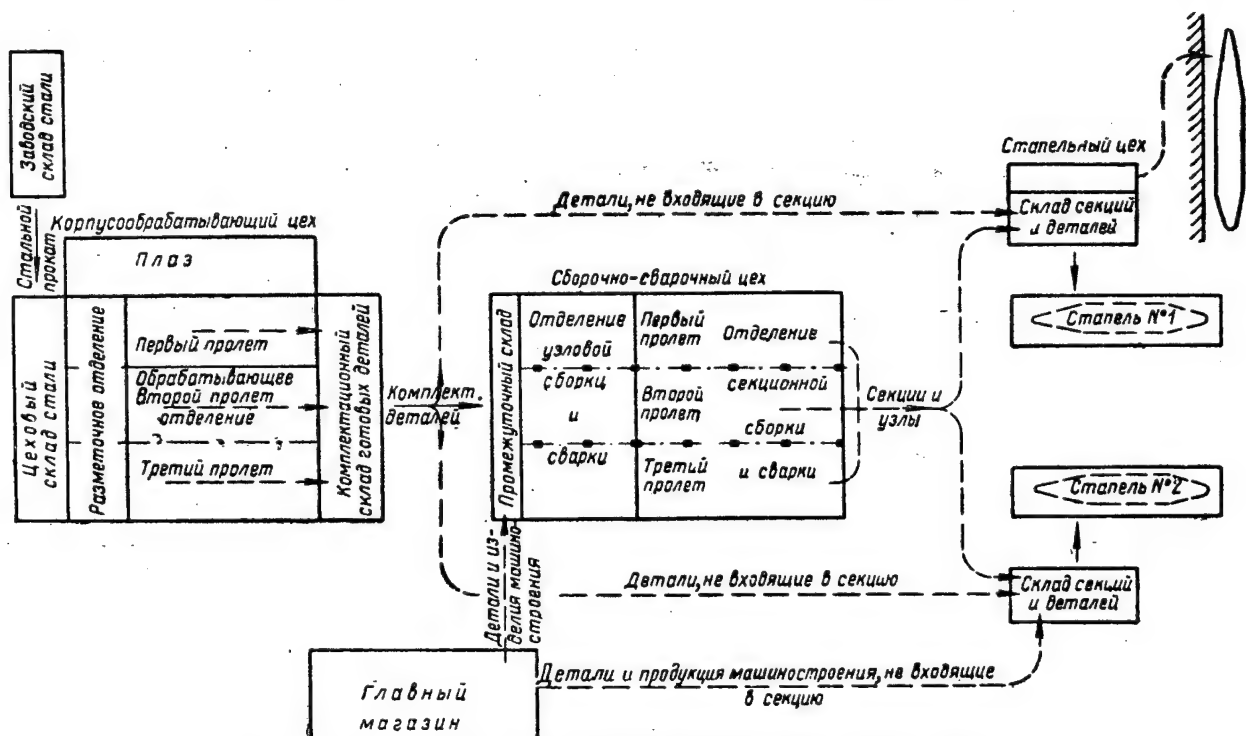


Рис. 135. Схема организации постройки металлического корпуса судна

но, т. е. подбирают все детали, относящиеся к отдельным узлам и секциям.

Скомплектрованные детали отправляют на промежуточный склад сборочно-сварочного цеха.

В этом цехе, как уже указывалось, производится сборка и сварка узлов и секций или блок-секций. Готовые узлы и секции отправляют на склад секций и деталей стапельного цеха.

Механизмы и приборы, необходимые для насыщения секций, передаются из главного магазина завода на промежуточный склад сборочно-сварочного цеха; детали корпуса и узлы, а также механизмы и приборы, которые не входят в секции при их сборке и сварке в сборочно-сварочном цехе, направляют на склад секций и изделий стапельного цеха.

#### **§ 65. ПРЕИМУЩЕСТВА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СЕКЦИОННОЙ СБОРКИ И СВАРКИ В ЦЕХЕ**

Предварительная секционная сборка и сварка дают возможность:

1) уменьшить срок пребывания строящегося судна на стапеле, т. е. сократить стапельный период постройки, так как до начала этого периода предварительно выполняется большой объем работ;

2) значительно расширить фронт работ, одновременно работать на нескольких секциях и включить в работу большое количество рабочих;

3) сократить сроки изготовления секций, так как, работая в закрытом оборудованном цехе, можно широко применять электросварку, в том числе и автоматическую;

4) производить точную проверку конструкций по данным плаза и получать более правильные очертания секций;

5) широко применять малую механизацию при сборке и сварке, т. е. различные приспособления, кантователи и автоматы для сварки. Могут быть механизированы также монтажные работы в секциях при установке звеньев трубопроводов, подгонке верхних опорных планок фундаментов и т. п.;

6) улучшить условия работ при выполнении сборки, и особенно сварки, в цехе, который оборудован кранами, специальными стендами, постелями и кантователями;

7) при массовой постройке судов одного типа специализировать сборочные и сварочные бригады, постоянно выполняющие повторяющиеся работы по изготовлению определенных секций.

Все эти преимущества приводят к значительному повышению производительности труда, сокращению сроков постройки судов и улучшению качества работ.

Благодаря этим преимуществам предварительная секционная сборка и сварка применяются в настоящее время на всех крупных судостроительных заводах Советского Союза.

## § 66. СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ ЦЕХИ

В начале применения электросварки листы наружной обшивки соединяли по-прежнему на заклепках, а набор делали сварным.

При этом производили предварительную сборку только таких простых узлов, как соединения шпангоутов со скуловыми кницами, бимсов — с кницами, флоров — с угольниками и т. п., т. е. предварительную сборку применяли в очень ограниченном объеме. Конструкции и узлы набора при этом собирали и сваривали в корпусной мастерской или в стапельном цехе.

По мере развития отечественного серийного судостроения электросварка и предварительная секционная сборка получали все большее применение.

Дальнейшее развитие крупносерийного строительства судов привело к широкому применению на заводах автоматической и полуавтоматической электросварки, усовершенствованных приспособлений для сборки и сварки, мощного кранового оборудования и к организации предварительной сборки и сварки узлов и секций в специальных сборочно-сварочных цехах.

Сборочно-сварочные цехи оборудуются металлическими площадками, служащими для изготовления узлов и секций, постелями, на которых собираются секции, имеющие криволинейные очертания, а также кантователями и поворотными столами (позиционерами) для сварки потолочных швов секций в нижнем положении.

При сборочных работах в сборочно-сварочном цехе применяют различные приспособления: кондукторы, прижимы и специализированные инструменты.

Сборочно-сварочные цехи оборудуют мостовыми кранами и необходимым количеством машин для ручной и автоматической электросварки.

Сборочно-сварочные цехи находятся между корпусообработывающим и стапельными цехами и обычно имеют несколько пролетов.

Каждый пролет цеха специализирован — в нем производится сборка секций определенного типа, например: плоскостных, объемных, секций оконечностей, надстроек и т. п.

При массовом изготовлении судов одинакового типа такая специализация дает возможность производить сборку поточными методами.

Каждый пролет цеха имеет стеллажи для хранения деталей, получаемых с промежуточного склада и используемых для сборки узлов и секций.

Как и в других цехах, в сборочно-сварочном цехе имеются инструментальные кладовые.

## § 67. СБОРКА И СВАРКА СУДОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

**Общие требования, предъявляемые к сборке сварных конструкций.** При изготовлении сварных металлических конструкций решающее значение имеет сборка. От правильности сборки соединяемых деталей конструкции зависит качество сварного соединения, а также объем работ по сварке и правке конструкции после сварки. Поэтому для обеспечения качественной сборки необходимо соблюдать определенные правила и инструкции.

Сборщик должен внимательно разобрать чертеж конструкции и технологический процесс сборки. Перед началом работ он должен проверить все детали, поступившие на сборку с промежуточного склада, выяснить правильность их основных размеров, степень обработки и наличие на них клейм приемки, удостоверяющих правильность обработки.

Если детали поступили не выправленными после обработки, производить сборку конструкций запрещается; надо отправить детали на правку.

Перед сборкой поверхность свариваемых кромок и участки, расположенные на расстоянии 20—30 мм от них, необходимо тщательно зачистить, чтобы удалить окалину, ржавчину и другие загрязнения.

При сборке конструкций на сборочной плите или в постели надо следить за тем, чтобы детали плотно прилегали к плите или к лекалам постели.

При сборке под сварку полотнищ секций во избежание коробления перед сваркой листы надо прижать посередине сборочной плиты грузами, а по краям — струбцинами или электроприхватками по контуру.

Величина угла разделки кромок деталей должна соответствовать указанной в чертежах, причем угол фаски, величина притупления и общий угол разделки шва должны проверяться специальными шаблонами (рис. 136).

Следует помнить, что завышение угла разделки кромок вызывает дополнительное коробление конструкции вследствие большого объема наплавленного металла.

Необходимо выдерживать между деталями зазоры, предусмотренные чертежами и техническими условиями. Увеличенный зазор вызывает необходимость излишней наплавки металла и дополнительного расхода электродов, что снижает производительность труда электросварщиков и повышает стоимость конструкции.

При сборке под автоматическую сварку при увеличении зазора по сравнению с указанным на чертежах наряду с непроизводительными потерями происходят также прожоги и протекание расплавленного металла.

Необходимо также выдерживать равномерность зазора по всей длине свариваемых кромок, так как это обеспечивает качественную сварку.

При сборке для сварки кромки листов должны находиться в одной плоскости.

Допускается некоторое несовпадение плоскостей (превышение) кромок при сборке: при толщине свариваемых листов до 5 мм — не более 0,5 мм, при толщине листов от 5 до 30 мм — не более 1 мм, а свыше 30 мм — до 2 мм.

Если кромки листов имеют большее превышение, то сварной шов получается дефектным, и это может уменьшить прочность конструкции.

При разделке кромок для подварочного шва надо вырубать корень шва до основного металла, а угол разделки выдерживать равномерным по всей длине шва. Рекомендуется выполнять эту работу не пневматическим зубилом, а газовым резаком особой конструкции (рис. 137).

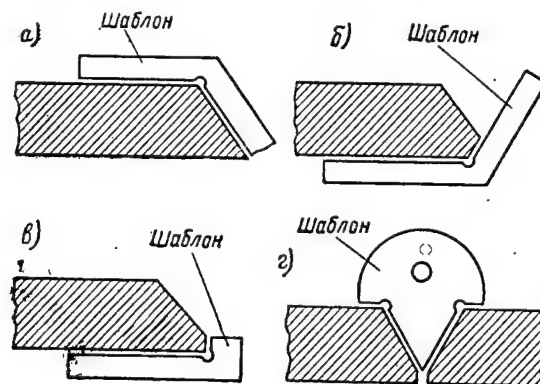


Рис. 136. Проверка шаблонами разделки кромок для сварки:

а—угол скоса, б—двусторонняя разделка, в—величина притупления, г—угол разделки

При сборке надо избегать применения излишних временных креплений, например, угольников, планок, болтов, талрепов и др.

Временные крепления надо удалять срубанием пневматическим зубилом или срезанием газовым резаком.

Для временного соединения деталей при сборке пользуются электроприхватками (рис. 138), наложение которых является одной из основных операций сборки. При наложении электроприхваток надо применять электроды той же марки, что и при сварке швов. Расположение и величина прихваток должны соответствовать указанным в картах технологического процесса или чертежах.

Прихватки надо наваривать на тщательно зачищенной поверхности и на правильно собранной конструкции, т. е. зазоры, угол разделки и т. п. должны находиться в пределах, установленных

техническими условиями. Лопнувшие или плохо выполненные прихватки надо вырубить и вместо них наложить новые. Прихватки нельзя накладывать у края или в углах сопрягаемых деталей, в местах пересечения сварных швов и по кромкам свариваемых деталей (см. рис. 138).

Во избежание надрывов и выколов в свариваемых деталях прихватки должны находиться на расстоянии 30—50 мм от острого угла или от места резкого перехода от одного шва к другому.

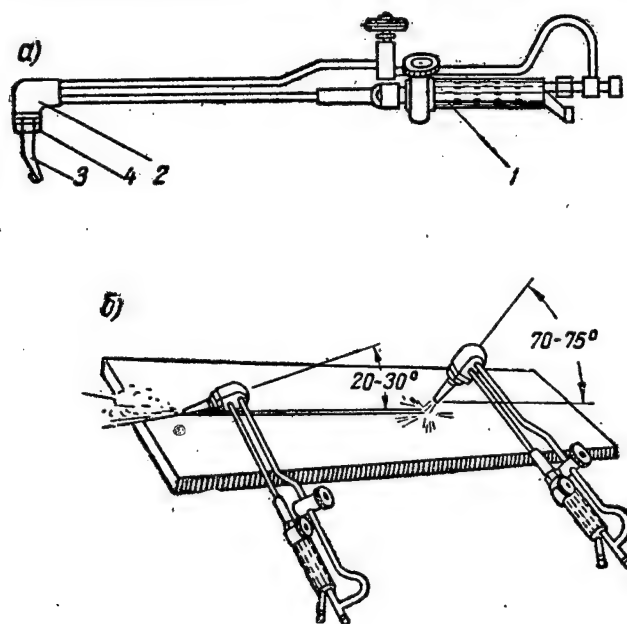


Рис. 137. Резак для газовой строжки металла:  
а—общий вид резака: 1—корпус, 2—головка, 3—сопло, 4—накидная гайка; б—положение резака при строжке

При сборке сварных конструкций электроприхватки должны иметь следующие размеры:

- 1) по высоте при угловых швах — 0,5—0,7 катета шва, предусмотренного чертежом, а в стыковых швах — 0,5 толщины листа, но не более 6 мм;
- 2) по длине не менее 15 и не более 60 мм — в зависимости от толщины собираемых листов.

Расстояние между электроприхватками устанавливается в зависимости от протяженности шва и конструктивных особенностей собираемых элементов.

**Сборка под автоматическую и ручную сварку, выполнение сварки.** В настоящее время в судостроении применяется ручная и автоматическая электросварка.



Подготовка деталей под сварку производится на основании технических условий на сварку, устанавливающих величину зазоров, характер и величины разделки кромок свариваемых деталей, допустимые при этом отклонения и пр.

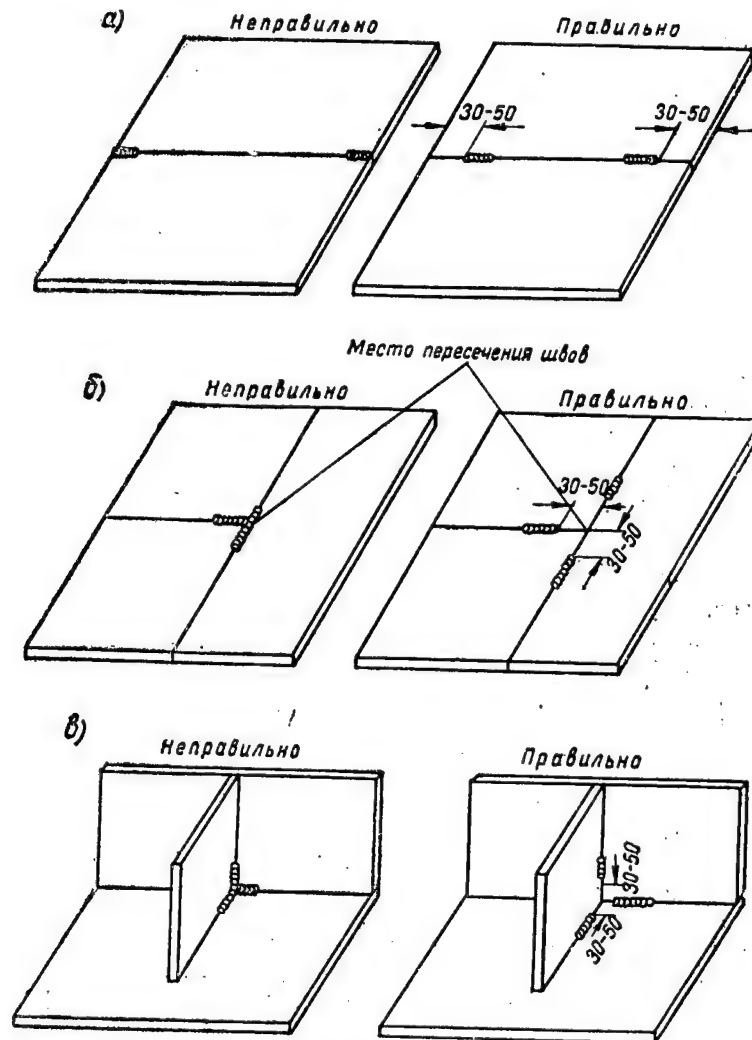


Рис 138. Расположение электроприхваток при сборке:  
а—в конце стыковых швов, б—при пересечении швов, в—при угловых швах

На рабочих чертежах деталей, узлов и секций и в технологических картах, кроме того, указывается вид сварки — ручная или автоматическая, тип сварного шва — односторонний или двусторонний, сплошной или прерывистый.

Подготовка деталей под сварку заключается прежде всего в тщательной зачистке мест сварки от ржавчины, масла и других загрязнений до металлического блеска и в придании кромкам листов требуемой формы перед стыкованием их для сварки. Для того, чтобы форма кромок листов соответствовала указанной в чертежах, перед сваркой детали обрабатывают путем строжки на строгальном станке или газовой резкой.

Ввиду различных условий, в которых производятся автоматическая и ручная сварка, подготовка кромок для этих видов сварки неодинакова.

Автоматическая сварка производится при большой величине тока, достигающей для листов средних толщин (от 13 до 25 мм) 1000—1600 а. При этом расплавленная электродная проволока и основной металл под слоем флюса отличаются большой текучестью, проникают через сравнительно небольшие зазоры или легко стекают, если шов расположен наклонно. Если ток превышает нормальный или подготовка кромок не соответствует производственным требованиям, происходят прожоги свариваемого металла. Поэтому стыковые соединения листов толщиной до 12—15 мм сваривают без фаски (скоса кромок), и детали должны быть пригнаны плотно, без зазора, в крайнем случае допускается зазор не более 0,5—0,8 мм.

Автоматическая сварка дает глубокий провар, поэтому одностороннюю фаску для листов делают, начиная с толщины 14 мм, с углом 40°, а двустороннюю фаску — начиная с толщины 20 мм и более.

При стыковом соединении двух листов с разностью толщин свыше 4 мм вначале делают удлиненную фаску у более толстого листа до уравнивания толщин обоих листов, а затем фаску на обоих листах.

Для качественной сварки, начиная с толщины 10 мм, после сварки с одной стороны, если не применяется флюсовая подушка, производят подварку с другой стороны. Для этого вырубает небольшую канавку пневматическим зубилом или прорезают ее газовым резаком специальной формы.

При сборке тавровых соединений для автоматической сварки необходимо плотно подогнать детали, но ввиду того, что в производственной практике трудно получить плотную пригонку, допускается зазор до 1 мм, а иногда — до 1,5 мм.

При полуавтоматической сварке под слоем флюса условия сборки и величины зазоров остаются такими же, как и при автоматической сварке, так как эти виды сварки мало отличаются друг от друга.

Сварка вручную производится медленнее, чем автоматическая, и применяется ток меньшей величины, поэтому электрод и основной металл расплавляются меньше.

Для лучшего провара при сборке стыковых соединений под ручную сварку между листами делают зазор от 1,5 до 2 мм —

в зависимости от толщины свариваемых листов. Кроме того, для сварки делают одностороннюю фаску, начиная с толщины листов 6 мм, и двустороннюю — при толщине 18 мм и более. Фаска при этом имеет угол 60° (по 30° для каждого листа) с притуплением 1—1,5 мм.

Тавровые и угловые соединения при сварке вручную собирают плотно, а фаски при этом типе соединения делают только для толщин от 20 мм и выше. Кромки, подлежащие сварке, должны быть зачищены до металлического блеска.

**Особенности сборки и сварки конструкций из тонколистового материала.** При сварке листов небольшой толщины происходит коробление их поверхностей, причем с уменьшением толщины листов коробление увеличивается. Поэтому при сборке и сварке конструкций из тонколистового материала для предотвращения коробления необходимо строго соблюдать все технические условия на сборку, а также правильную технологическую последовательность сварки.

Коробление или деформация тонкого материала заключается в том, что на листах конструкции, обычно в промежутках между приваренным набором, образуются бухтины, а по свободным кромкам появляется волнообразный изгиб. Выправление бухтин после сварки значительно увеличивает трудоемкость работы и может привести к уменьшению прочности конструкции.

К тонколистовым судовым конструкциям относятся продольные и поперечные переборки жилых и служебных помещений, стенки и крыши надстроек и т. п., имеющие толщину листов 3 мм и меньше.

При подготовке конструкции из тонкого материала под сварку сборщик должен учесть, что при сварке происходит усадка металла; поэтому необходимо выдерживать заданные по чертежу размеры зазоров и прихваток, так как это исключает возможность коробления конструкции.

Сборка и сварка тонколистовых конструкций производится в следующей последовательности. Сборку плоских конструкций надо производить на ровной металлической площадке или плите. Все листы должны быть хорошо выправлены после обработки и поступить на сборку с клеймом приемки.

Листы собираемой конструкции укладывают на площадку, стыкуют их между собой с минимальными зазорами и берут на прихватки, причем длина отдельной прихватки должна быть около 30 мм, а расстояние между прихватками — около 250—300 мм (рис. 139,а). После этого листы плотно прижимают вдоль стыков и пазов грузами специальной формы размерами 120×200×800 мм и весом около 100 кг (рис. 139,б), а затем прихватывают по контуру к плите, после чего производят сварку обратно-ступенчатым способом — сначала стыков, а затем пазов.

Прихватки по контуру к плите уменьшают усадку листов, а

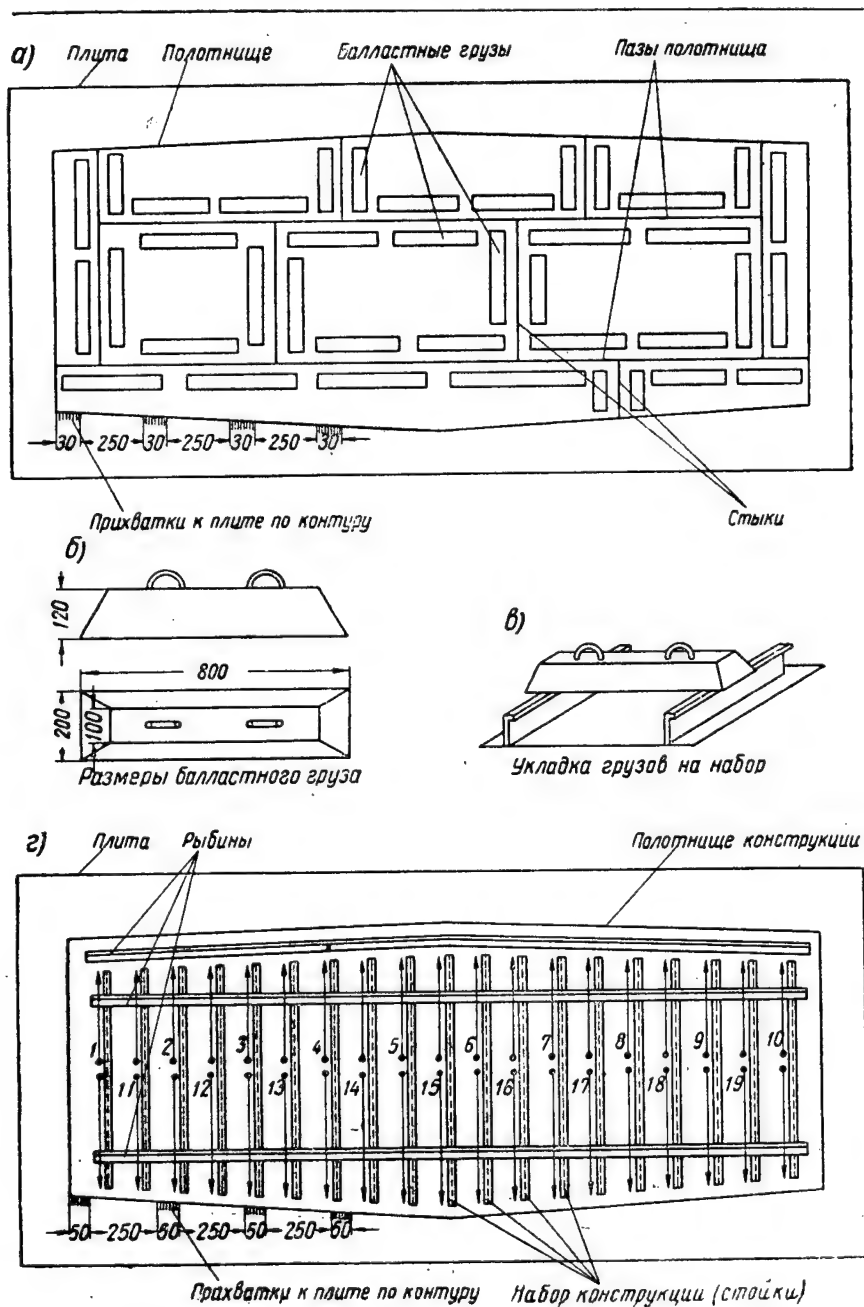


Рис. 139. Сборка и сварка тонколистовых конструкций

грузы препятствуют выпучиванию полотнища в районе стыков и пазов во время сварки.

После сварки грузы снимают и удаляют прихватки по контуру, полотнище кантуют и накладывают подварочные швы автоматом с другой стороны полотнища таким же образом, как с первой, т. е. с грузами по пазам и стыкам, с прихватками по контуру к плите. Если после окончания сварки таким способом на полотнище все же появятся небольшие бухтины вдоль стыков и пазов, необходимо их выправить путем проковки сварных швов. В случае, если размеры полотнища небольшие, рекомендуется производить его правку на правильных вальцах. Однако обычно при соблюдении указанной технологической последовательности сборки и сварки полотнище не имеет заметных бухтин.

Затем производят дальнейшую сборку, т. е. устанавливают указанный в чертеже набор, причем вновь накладывают прихватки по контуру полотнища.

После прихватки к полотнищу набора его надо прижать грузами, как показано на рис. 139, в, или установить жесткие рыбыны, представляющие собой угольники, уложенные поверх набора и связывающие отдельные элементы набора между собой для жесткости и устойчивости при сварке (рис. 139, г). После этого производят приварку набора (стоек) к полотнищу в порядке, показанном на рис. 139, г, т. е. сначала приваривают первую стойку, затем третью, пятую и т. д. Приварка производится от середины полотнища к его краям.

Рыбины рекомендуется оставлять на полотнище до установки его на место.

Сварка конструкций заканчивается проверкой плотности сварных швов керосином, контуровкой и сдачей контрольному мастеру.

Если конструкция имеет поперечную погибь (например, настил надстройки), то сборка ее производится в постели, причем технологическая последовательность сборки и сварки остается той же, только подварку полотнища производят в последнюю очередь, т. е. после установки и приварки всего набора.

Конструкцию, покоробленную при сварке, правят обычно путем местного нагрева каждой бухтины до температуры 800—900° С (до темно-вишнево-красного каления) газовой горелкой. На рис. 140 цифрами показана последовательность нагрева покоробленного листа. Когда разогретые места начнут остывать, т. е. слегка темнеть, производят правку, нанося удары со

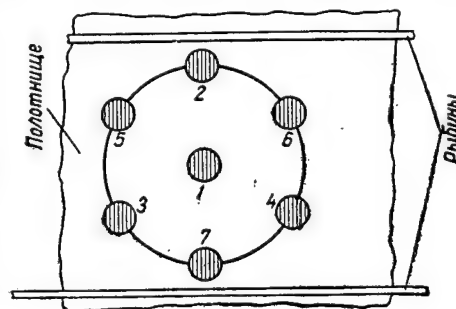


Рис. 140. Схема горячей правки

стороны бухтины деревянным молотом (киянкой) или стальной кувалдой при помощи гладилки, используя плоскую поддержку с другой стороны листа.

При остывании происходит усадка металла и бухтина выравнивается.

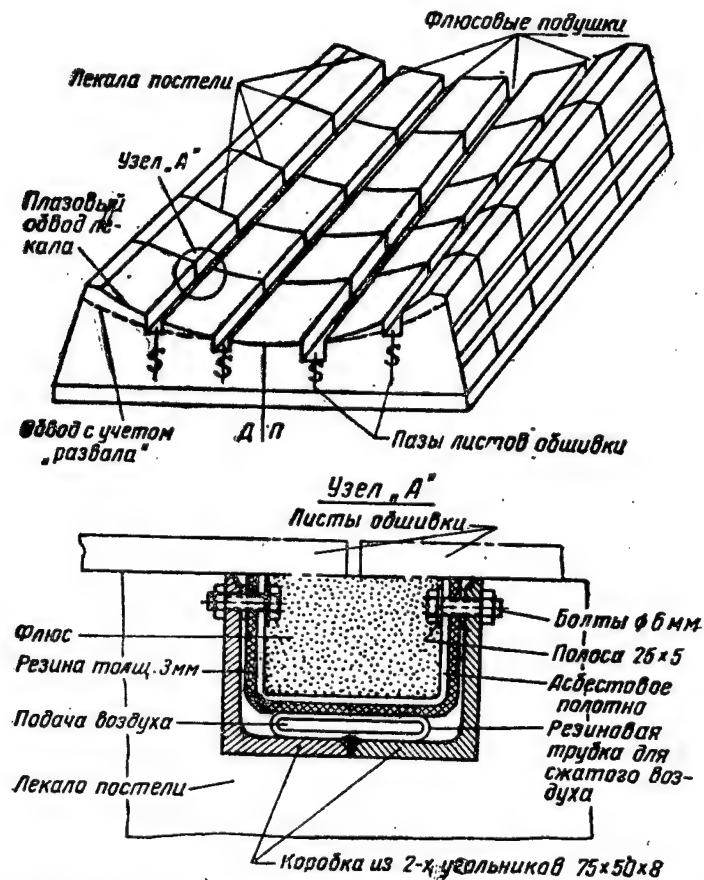


Рис. 141. Постель для днищевой секции с флюсовыми подушками

В настоящее время для уменьшения коробления тонколистовых конструкций в судостроении при приварке набора к полотнищу угловым швом применяют вместо ручной сварки точечную сварку полуавтоматом.

Точечной сваркой приваривают, например, стойки стенок надстроек, легких переборок, шахт, бимсы настилов надстроек и т. п.

Кроме уменьшения коробления, при точечной сварке значительно повышается производительность труда.

**Применение флюсовых подушек.** Для уменьшения количества расплавленного металла и коробления при автоматической сварке полотнищ, особенно малых толщин, в судостроении в последнее время начали применять так называемые флюсовые подушки (рис. 141), представляющие собой подкладки с другой стороны шва в виде желобка, заполненного уплотненным флюсом.

Применение флюсовой подушки дает возможность производить сварку с одной стороны полотнища без подварки другой, так как подварочный шов образуется протекающим через зазор расплавленным металлом, удерживаемым флюсом.

При применении флюсовой подушки нет необходимости в кантовке конструкций для наложения подварочного шва и, кроме того, упрощается процесс сборки деталей встык, потому что в этом случае не требуется столь плотной пригонки кромок, — расплавленный металл, протекающий через зазор между деталями, удерживается флюсом с другой стороны.

Ввиду указанных преимуществ сварка односторонним швом на флюсовой подушке широко применяется при автоматической сварке секций в сборочно-сварочных цехах.

На заводах применяются также универсальные стелды с флюсовой подушкой для автоматической сварки плоскостных ровных секций и в первую очередь для сборки и сварки переборок и других конструкций, стыки и пазы которых не разогнаны.

**Применение электромагнитных стелдов.** Для автоматической сварки полотнищ секций корпуса судна применяются также электромагнитные стелды с флюсовыми подушками (рис. 142). На таких стелдах можно производить сварку даже при наличии в стыках листов неравномерных зазоров до 6—7 мм, потому что флюсовые подушки исключают возможность прожогов и протекания расплавленного металла. При применении электромагнитного стелда не требуется совмещать стыки и пазы у полотнищ секции, так как у него имеются две группы флюсово-магнитных балок; одна группа служит для сварки длинных швов пазов, а другая — для сварки коротких швов стыков, расположенных перпендикулярно к пазам. Балки, расположенные по краям стелда, обычно делают неподвижными, а расположенные в средней части — подвижными.

Подвижные флюсово-магнитные балки перемещаются по рельсовому пути при помощи стальных тросов и лебедок; устройство их показано на рис. 142,а.

Сборка и сварка полотнищ на электромагнитном стелде (рис. 142,б) производится в следующей последовательности: после укладки краем листов на стелд кромки их зачищают от загрязнений и ржавчины, обычно с помощью пневматических турбинок с шлифовальными кругами. После этого листы соединяют электроприхватками; стыкование листов при этом значительно упрощается, так как допускаются неравномерные зазоры величиной до 7 мм, что исключает необходимость прирубочных ра-



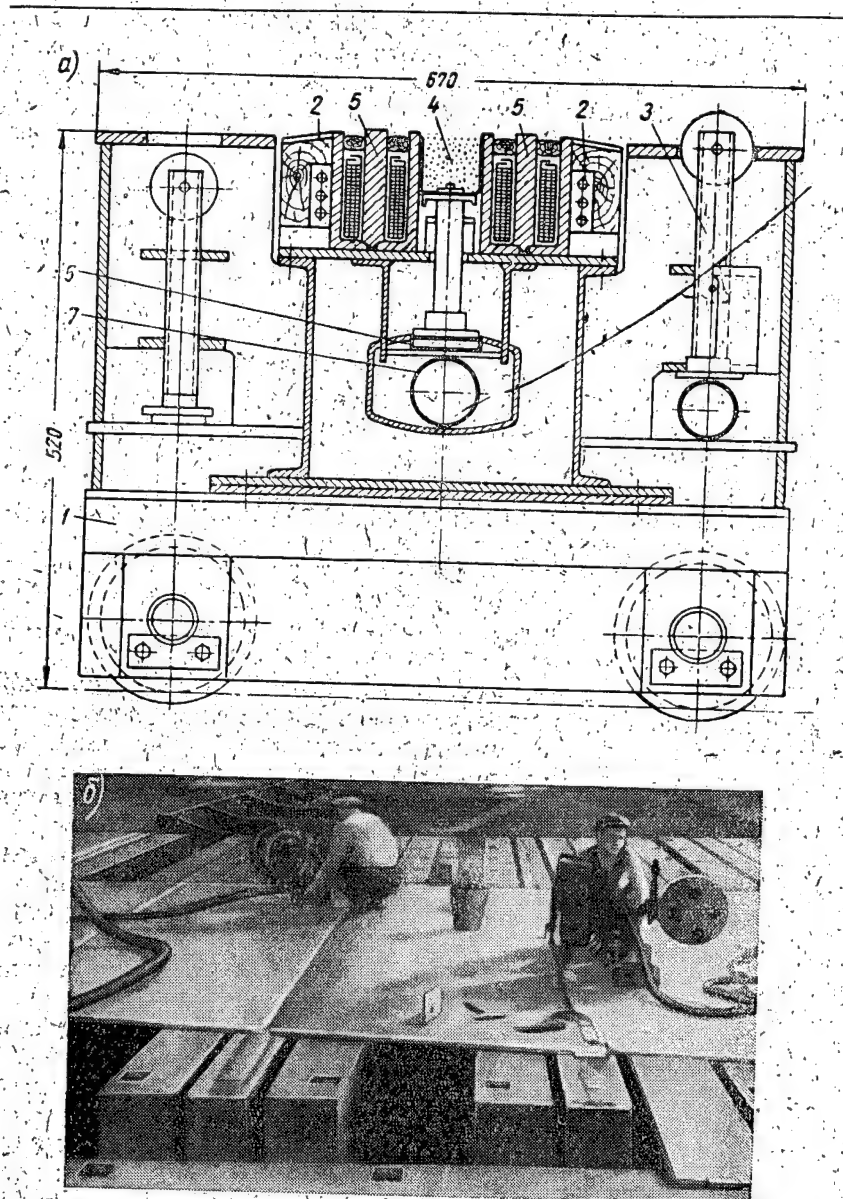


Рис. 142. Электромагнитный стенд с флюсовыми подушками:  
 а—передвижная балка электромагнитного стенда; 1—тележка, 2—провода для подвода тока к электромагнитам, 3—подъемный ролик, 4—флюсовая подушка, 5—электромагнит, 6—верхний шланг, 7—нижний шланг;  
 б—сварка листов на электромагнитном стенде

ют. Затем флюсовые балки подтягивают под стыки листов таким образом, чтобы первые находились посередине флюсовых балок. После этого включают электромагниты и флюсовые подушки прижимаются к стыкам полотнища, подлежащего сварке.

Автоматическая сварка стыков и пазов полотнища производится сварочными автоматами типа АДС-1000 и др.

На электромагнитном стенде может производиться сборка и сварка полотнищ следующих плоскостных секций: палуб, продольных и поперечных переборок, платформ, бортовых секций в средней части судна, надстроек и выгородок и др. На электромагнитном стенде можно сваривать листы толщиной до 20—30 мм в секциях весом до 20 т.

К преимуществам автоматической сварки на магнитных стендах относятся:

- 1) уменьшение коробления полотнищ секций;
- 2) возможность получения двустороннего шва при сварке за один проход;
- 3) возможность сварки листов с большими и неравномерными зазорами: 3 мм для листов толщиной до 8 мм, 5 мм — толщиной до 15 мм, 7 мм — толщиной до 25 мм и больше;
- 4) исключается необходимость подрубки и пригонки стыков листов.

Применение электромагнитных стендов с флюсовыми подушками значительно повышает производительность труда и качество сборочных и особенно сварочных работ.

При серийной постройке судов для применения автоматической сварки только с одной стороны предусматривают флюсовые подушки также на постелях (см. рис. 141).

Флюсовые подушки устанавливают в районе каждого паза по всей длине постели до сварки листов. Для крепления подушек в лекалах постели в районе пазов обшивки делают соответствующие гнезда.

При сборке секций перед укладкой листов полотнища на постель подушки засыпают флюсом. Перед сваркой флюс плотно прижимается к кромкам листов при помощи сжатого воздуха.

Для сварки швов, расположенных наклонно, постель с листами подкантовывают до пазов, находящихся в горизонтальном нижнем положении.

**Раздельная сборка и сварка набора.** Для увеличения объема автоматической сварки при приварке набора к полотнищу двусторонние угловые прерывистые швы, выполняемые вручную, заменяют односторонними сплошными швами, которые варят автоматами. Для удобства выполнения односторонней автоматической сварки начали применять раздельную сборку и сварку судового набора.

При раздельной сборке и сварке набора (рис. 143) на предварительно сваренное полотнище секции устанавливают сначала

только продольный или поперечный набор (в зависимости от системы набора судна) и производят приварку его автоматом одно-сторонним сплошным швом.

После этого устанавливают набор другого направления и также приваривают его к листам полотнища полуавтоматом, а поперечный и продольный набор сваривают между собой ручной сваркой.

Раздельная сборка и сварка набора может быть применена на плоскостных секциях корпуса судна, например, палубных, бортовых и днищевых (без второго дна) и др.

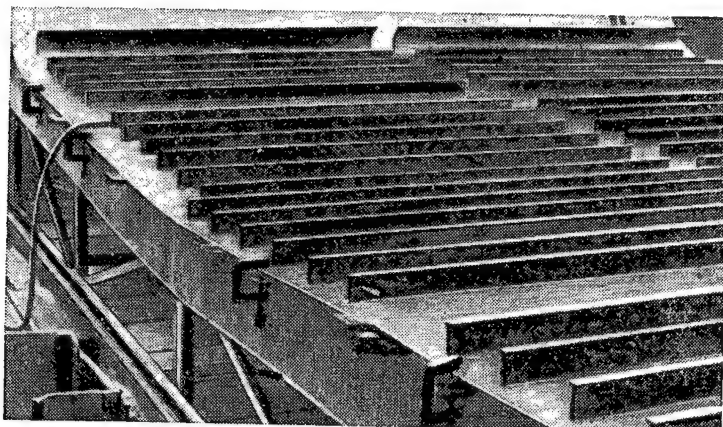


Рис. 143. Раздельная сборка и сварка набора

Как показывает опыт, при раздельной сборке и сварке достигается улучшение условий работы при сварке и, кроме того, увеличивается объем автоматической сварки, что ускоряет работы и повышает производительность труда.

Раздельная сборка и сварка набора применяется также при изготовлении объемных секций, например, днищевых, скуловых (см. рис. 131 и 132) и других, собираемых в постелях.

В таких секциях по раздельному способу собирают и приваривают только продольные ребра жесткости по наружной обшивке и второму дну; это производится после сварки листов обшивки и второго дна и разметки мест для установки набора. Сборка основного продольного и поперечного набора (вертикального кия, стрингеров и флоров) производится в обычном порядке, как указано в § 74.

**Эластичные соединения при сборке под сварку.** При сборке объемных секций (типа днищевых и скуловых с двойным дном и др.) крепление набора к наружной обшивке и к двойному дну под сварку производилось до сих пор при помощи обычных элект-

роприхваток. В последнее время для этой цели начали применять так называемые э л а с т и ч н ы е сборочные соединения.

При помощи этих соединений сохраняется постоянный зазор между деталями сварной конструкции и в то же время обеспечивается возможность их перемещения относительно друг друга при усадке вследствие сварки.

Если, например, вертикальный киль, стрингеры и флоры прихватить к наружной обшивке, то во время сварки набора, т. е. при прихватке флоров к килю и стрингерам, получаются крестообразные сварочные соединения, и при сварке каждого такого узла длина вертикального кия и стрингеров уменьшается примерно на 1,5 мм. Так как электроприхватки представляют собой жесткое соединение и не позволяют вертикальному килю и стрингерам свободно перемещаться относительно наружной обшивки, то в них появляются усадочные напряжения, которые вызывают деформации, что выражается в изгибе всей секции в продольном направлении.

При свободном перемещении кия и стрингеров по длине относительно наружной обшивки в результате усадки происходит укорочение связей без усадочных напряжений, поэтому деформации продольных связей и секций в целом не происходит.

По производственным данным усадка вертикального кия и стрингеров на днищевых секциях вследствие приварки 10 линий флоров крестообразным соединением непрерывным швом достигает больших величин; так, например, киль укорачивается на 18 мм, а стрингеры — на 25 мм.

Вследствие этого для предупреждения деформаций секций при сварке в процессе сборки продольного и поперечного набора с наружной обшивкой широко применяют эластичные сборочные соединения (рис. 144).

Эластичные сборочные соединения для сварки могут быть различными.

Наиболее распространенным является сборочное соединение, состоящее из коротких угольников, привариваемых к продольному набору и наружной обшивке. Через отверстие в угольниках пропускают болт с гайкой, при помощи которого стягивают свариваемые детали (рис. 144, а).

Болт может быть также приварен непосредственно или через планку к наружной обшивке, а короткий угольник — к лекалу постели (рис. 144, б).

Другим видом эластичного сборочного соединения является талреп, соединенный с короткими угольниками или планками, привариваемыми временно к набору или наружной обшивке и постоянно к лекалам постели (рис. 145, а).

Для подтягивания толстых листов к лекалам постелей применяют эластичные соединения посредством винтовых стяжек (рис. 145, б), а листов толщиной 10—15 мм — посредством приспособления болт-крючок (рис. 145, в).

Для притягивания кромок листов по монтажным пазам и стыкам применяют эластичное соединение посредством винтовой стяжки со скобой (рис. 145,г).

Эластичным сборочным соединением для сварки являются также планки с вырезом, называемые гребенками, размером  $100 \times 50 \times 2$  ( $2 \div 5$ ) мм, применяемые при сварке встык полотнищ плоскостных секций — переборок, палуб и т. п. (рис. 146,а) или

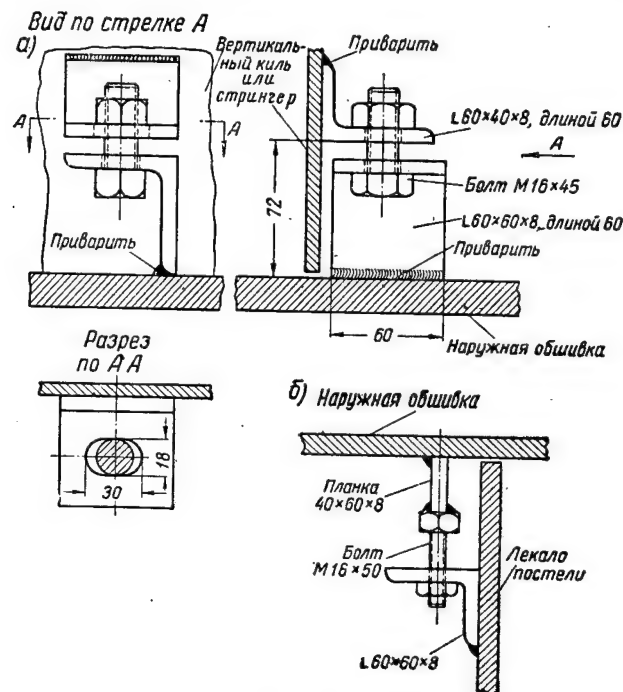


Рис. 144. Эластичные сборочные соединения

приварке набора к полотнищу. Расположение гребенок при стыковании листов показано на рис. 146, б, а при приварке набора — на рис. 118.

В качестве эластичного сборочного соединения под сварку с успехом используются также универсальные сборочные скобы (рис. 147,а).

Эластичным сборочным соединением являются также балластные грузы, применяемые для прижимания листов к плитам или лекалам постели при сварке (рис. 147,б).

**Правила установки набора по теоретическим линиям.** Все линии, которые вычерчены на плазе, являются теоретическими. Для определения размеров деталей при разметке, а также сборке узлов и секций при пользовании теоретическими линиями с плаза

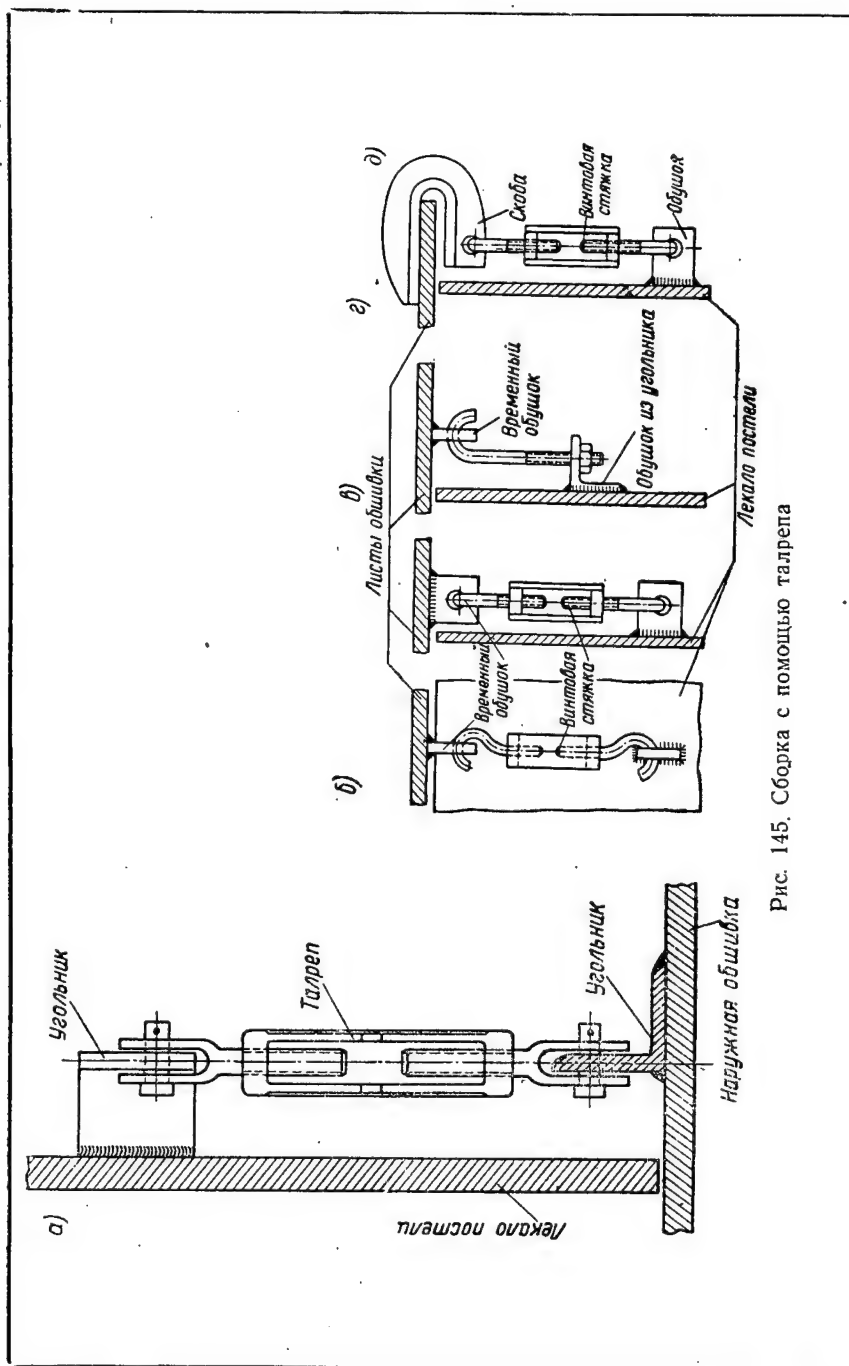
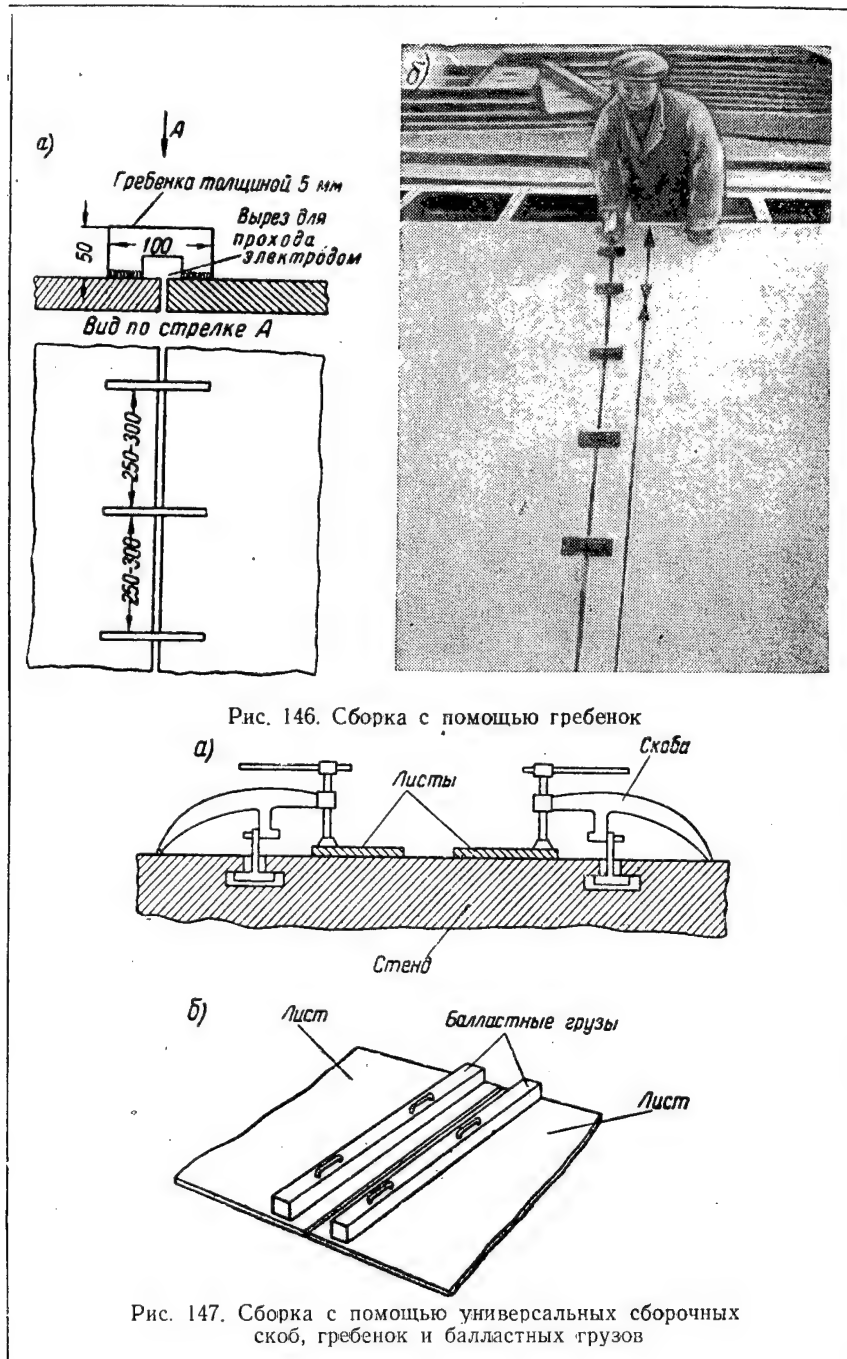


Рис. 145. Сборка с помощью талрепа





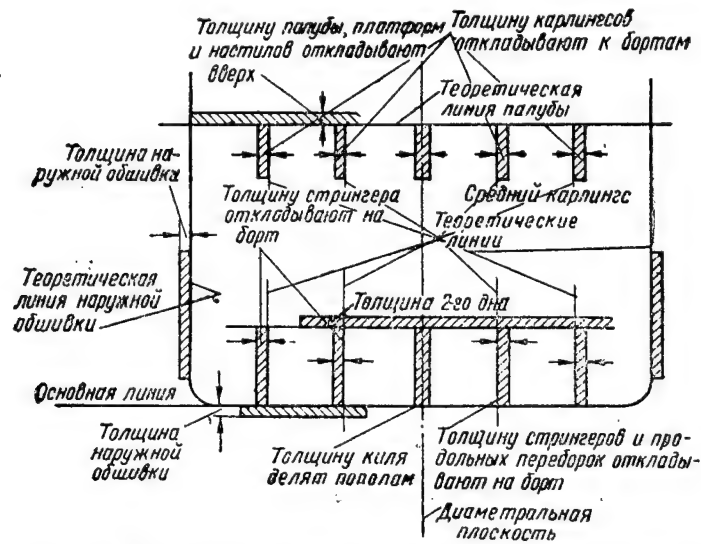


Рис. 148. Установка продольного набора, наружной обшивки, листов палубы и второго дна по теоретическим линиям

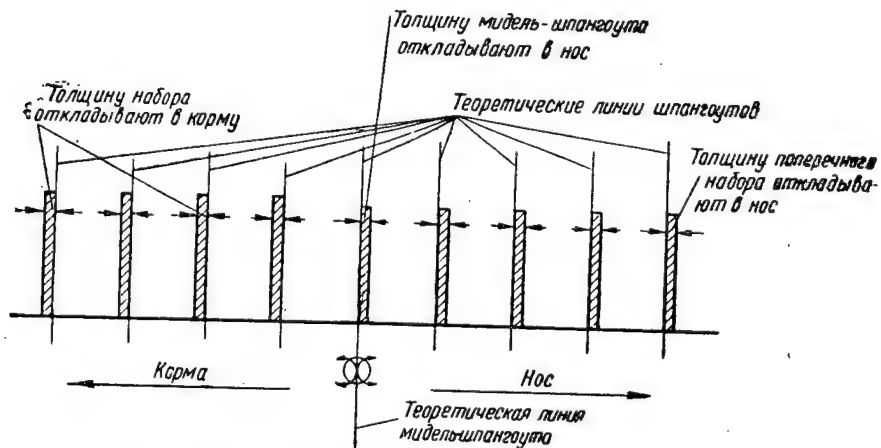


Рис. 149. Установка поперечного набора по теоретическим линиям

необходимо учитывать толщину листов и набора в натуре и откладывать ее от теоретических линий по определенной системе согласно ГОСТ 2146—43, который устанавливает положение теоретических линий набора металлического корпуса для судов всех типов. Толщину листов и набора откладывают следующим образом (рис. 148):

- 1) середину толщины вертикального киля и среднего карлинга откладывают по линии диаметральной плоскости;
- 2) толщину листов продольного набора (стрингеров и карлингов), а также продольных переборок откладывают к соответствующим бортам;
- 3) толщину листов палуб и настилов откладывают вверх от теоретической линии;

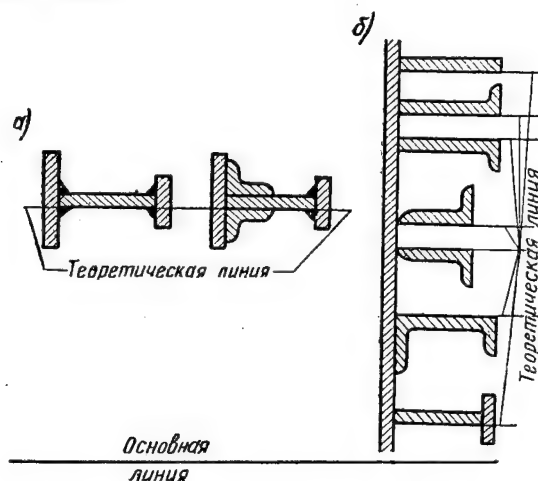


Рис. 150. Установка по теоретическим линиям:  
а — бортовых стрингеров; б — продольных ребер жесткости по вертикальным связям

- 4) толщину листов наружной обшивки откладывают в наружную сторону от теоретических линий шпангоутов;
- 5) толщину миделевого шпангоута откладывают в нос от теоретической линии шпангоута (рис. 149);
- 6) толщину поперечных связей (флоров, бортовых шпангоутов, бимсов) и поперечных переборок откладывают от теоретических линий шпангоутов в нос и в корму от мидель-шпангоута (см. рис. 149);
- 7) спинки профилей, входящих в состав набора судна, устанавливают на теоретических линиях (рис. 150, б и 151, в);
- 8) толщину бортовых стрингеров и продольных ребер жесткости по вертикальным связям корпуса откладывают в направлении от основной линии (рис. 150, а и б);

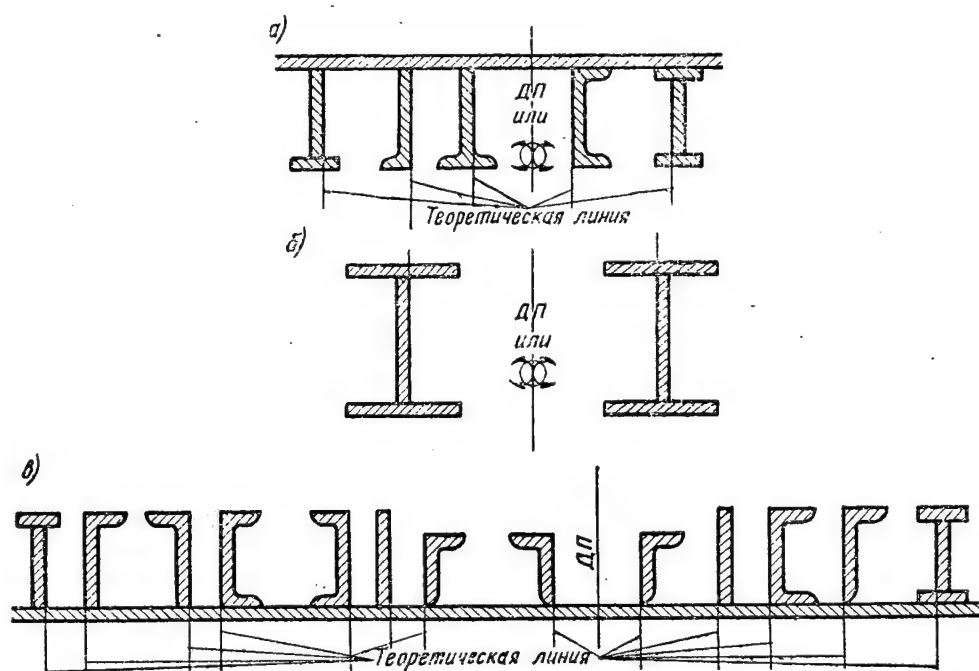


Рис. 151. Установка по теоретическим линиям:  
а—стоек переборж, б—фундаментных балок, в—продольных ребер жесткости по горизонтальным связям

9) толщину стоек продольных и поперечных переборок, фундаментных балок и продольных ребер жесткости по горизонтальным связям корпуса откладывают в направлении от плоскости миделя или диаметральной плоскости (рис. 151, а, б, в);

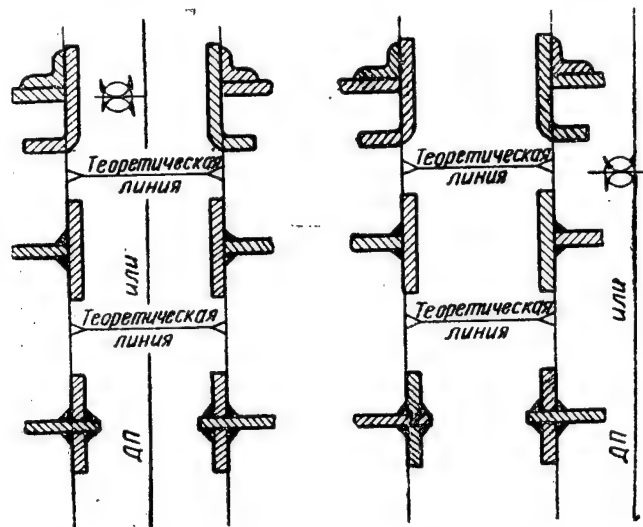


Рис. 152. Установка комингсов люков и шахт по теоретическим линиям

10) толщину листов комингсов люков и шахт откладывают в направлении к плоскости миделя или диаметральной плоскости (рис. 152).

#### § 68. ПРИПУСКИ НА ОБРАБОТКУ И СБОРКУ ДЕТАЛЕЙ И СЕКЦИИ КОРПУСА СУДНА

В корпусостроении, чтобы гарантировать соблюдение конструктивных размеров секций при сборке и после сварки, многим деталям дают припуски. Конечный действительный размер секций определяют при помощи так называемого причерчивания после сборки, сварки, проверки и установки их на стапель.

С припуском по контуру обычно собирают секции днища, бортов, палуб, переборок и т. д. Размеры деталей внутри этих секций обычно выдерживают по чертежам (без припусков). После сборки и сварки действительное положение стыков и пазов полотнищ, входящих в состав секции, вследствие усадки изменяется. Поэтому еще при разметке деталей судового корпуса некоторым из них дают припуски, необходимые для обработки и подгонки при сборке, компенсации усадки вследствие сварки и для пригонки монтажных стыков и пазов при соединении секций на стапеле в общий корпус судна.

Припуски для обработки дают деталям сложной кривизны, подвергающимся гибке по каркасам на плитах в горячем состоянии. После окончательной гибки эти припуски удаляют. Величина припусков составляет от 50 до 100 мм.

Припуски для пригонки при сборке, равные от 10 до 20 мм, дают деталям, имеющим двойную кривизну и расположенным обычно в носовой и кормовой частях корпуса судна. Листы наружной обшивки и набор, соединяющиеся со штевнями и литыми деталями в оконечностях, получают припуски для пригонки, равные примерно от 50 до 100 мм.

Усадка листовых конструкций вследствие сварки стыков и пазов и приварки набора достигает, как показывает опыт, больших величин. Поэтому деталям, образующим контур секций, дается обычно припуск 20—25 мм для компенсации усадки вследствие сварки.

После сварки габариты секций проверяют по чертежам, определяют припуски по контуру и часть из них удаляют, а часть оставляют для удаления на стапеле.

Секции отправляют на стапель с припусками от 10 до 20 мм, руководствуясь схемой припусков для стапельной сборки, на которой указано, по каким кромкам каждой секции должны быть припуски.

Припуски на секциях днища и борта остаются по обоим концам их как на обшивке, так и на наборе, или один конец остается с припуском, а второй делают без припуска. Соседние секции имеют тогда по соответствующим стыкующимся концам чистый размер. Эти припуски причерчивают и удаляют по монтажным стыкам и пазам после окончательной пригонки секций друг к другу и проверки правильности положения их на стапеле в составе корпуса судна.

У секций палуб для стапельной сборки оставляют припуск только по одному из монтажных стыков.

Поперечные переборки при установке на судно имеют припуск только по наружной обшивке днища или по второму дну.

Блок-секции обычно собирают с припуском 30—40 мм по одному из стыков. При соединении блок-секций на стапеле этот припуск причерчивают к стыку соседней блок-секции, имеющей чистый размер, и излишек удаляют.

При изготовлении деталей фундаментов им дают припуск по нижним кромкам от 10 до 20 мм для пригонки по месту. У верхних планок фундаментов оставляют припуск по толщине, порядка 2—10 мм, для обработки верхних плоскостей перед установкой механизмов на фундаменты.

При выборе кромок, по которым оставляют припуск, стремятся, чтобы количество пригоночных работ было минимальным. Поэтому при секционной сборке кромки стыков первой, закладной, секции (обычно в средней части судна) обрабатывают в чистый размер, т. е. без припусков. На остальных секциях кромки стыков,

обращенные к закладной секции, имеют припуски, а противоположные кромки, направленные к оконечностям судна, припусков не имеют. По нижним кромкам поперечных переборок, устанавливаемых на настилы, дают припуск для причерчивания, а верхние и бортовые кромки их обрабатывают в чистый размер.

Нижние кромки надстроек, рубок и кожухов также имеют припуски для причерчивания.

Примерная схема распределения припусков по монтажным кромкам секций показана на рис. 153. На рисунке кромки секций, имеющих припуски, обозначены знаком плюс (+).

Как видно из рис. 153, каждая секция имеет по одному припуску по пазу и по одному припуску по стыку, две другие кромки делаются в чистый размер.

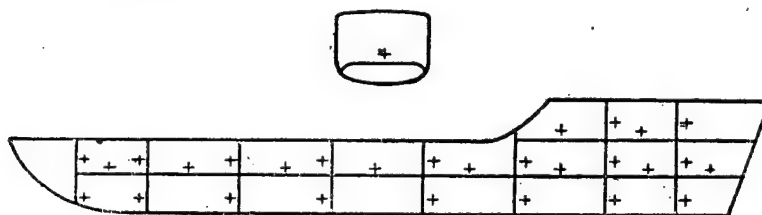


Рис. 153. Схема расположения припусков по монтажным кромкам свариваемых секций

Для того, чтобы уменьшить объем подгоночно-подрубочных работ, вызываемых припусками, в корпусостроении необходимо принять систему допусков, которая позволит выполнить отдельные операции по обработке, сборке и сварке с определенной точностью.

Отдельные заводы, строящие суда большими сериями, при наличии разработанного технологического процесса и соответствующей технологической оснастки переходят на сборку и сварку по допускам.

Поточная постройка пассажирских металлических катеров на одном из отечественных заводов производится со следующими допусками:

- 1) зазор между деталями, свариваемыми встык,  $\pm 0,5$  мм;
- 2) возвышение кромок одной стыкуемой детали над кромками другой при равной толщине деталей — не более 1,0 мм, при разной толщине — не более  $\pm 1,0$  мм;
- 3) зазор между соприкасающимися поверхностями при соединении внакрой — не более 0,5 мм;
- 4) ширина перекроя при сварке внакрой может отличаться от чертежного размера в пределах  $\pm 5,0$  мм;
- 5) зазор между деталями, свариваемыми в тавр, — не более 1,0 мм;
- 6) зазоры между набором и листами наружной обшивки, палубы и переборок — не более 1,0 мм;

- 7) расстояния между связями должны быть выдержаны в соответствии с чертежными и плазовыми размерами с допусками: для продольных связей  $\pm 2,0$  мм; для поперечных связей  $\pm 3,0$  мм;
- 8) высота машинного фундамента должна соответствовать плазовым размерам с допуском не более — 2,0 мм;
- 9) основные размеры блок-секций корпуса должны соответствовать плазовым размерам с допусками (в % от размера секции):

по длине . . . . .	$\pm 0,15$
• ширине . . . . .	$\pm 0,10$
• высоте борта . . . . .	$\pm 0,10$

Внедрение этих допусков благодаря применению технологической оснастки не вызывало никаких производственных затруднений и в значительной мере улучшило качество корпусных работ при постройке катеров.

#### § 69. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СБОРКИ СЕКЦИИ

Для изготовления секций разрабатывается технологический процесс сборки, сварки и проверки их.

Технологический процесс — это наиболее рациональный, заранее продуманный порядок работ, последовательность выполнения операций с указанием приспособлений и инструмента, которыми они должны выполняться, методов приемки и контроля ОТК, а также инструмента и приборов, которыми ОТК должен при этом пользоваться.

Кроме того, в технологическом процессе указываются нормы времени для выполнения каждой отдельной операции и ее трудоемкость.

Технологический процесс должен быть утвержден в зависимости от его сложности главным инженером или главным технологом или директором завода, а особенно сложные технологические процессы должны утверждаться главным управлением или министерством.

Технологический процесс должен выполняться без отступлений. Изменение технологического процесса может быть разрешено только должностным лицом, стоящим выше, чем лицо, утвердившее технологический процесс.

Имея разработанный технологический процесс, можно перед началом работы подготовить рабочее место сборщика, обеспечить его необходимыми деталями и инструментом, приспособлениями и т. п., а также легко определить количество рабочих по специальностям, необходимое для изготовления всей секции.

В судостроении для изготовления секций составляют следующие виды технологической документации:

- 1) комплектовочные ведомости, содержащие перечень всех деталей, входящих в узлы и секции, с указанием, какие детали соби-



рают в узлы и какие из них применяют непосредственно для сборки секций;

2) технологическую инструкцию для сборки узлов, в которой указаны последовательность операций при сборке узлов и технические условия на выполнение работ;

3) описание технологического процесса на сборку секций, в котором приводится порядок сборки секций на постелях или на площадках из отдельных деталей и узлов. В этом описании указаны последовательность и технические условия выполнения работ по каждой специальности: сборки, прихватки, рубки и т. д. с нормами времени для определенного объема работ;

4) инструкции на разметочные и проверочные работы, в которых приводятся правила проверки постелей перед сборкой секций, разметки полотнищ для установки набора, указываются проверочные работы при установке деталей и т. п.;

5) инструкции по отдельным видам работ, например, по контуровке плоскостных и объемных секций, по правке бухтин и др.;

6) типовые технологические инструкции, служащие образцом для разработки технологических инструкций и рабочих технологических процессов для конкретных видов работ по сборке секций одного типа (плоскостных, объемных, днищевых, скуловых, палубных, переборок и т. п.), а также для сборки узлов одного типа на сборочном плазе (например, тавровых балок).

Разрабатывается также технологический процесс сварки узлов и целых секций, увязанный с технологическим процессом сборки узлов и секций.

По слесарно-монтажным работам составляются комплектовочные ведомости и инструкции по установке насыщения секций.

Перед началом работы сборщик обязан не только изучить чертежи узла или секции, но также хорошо разобраться в технологической документации на их сборку и сварку.

#### **§ 70. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СБОРКА И СВАРКА УЗЛОВ**

**Виды узлов и общие требования, предъявляемые к их сборке.**

В сварных конструкциях судна к узлам относятся:

1) прямолинейные балки таврового сечения (рис. 154, а): вертикальный киль и стрингеры у судов с двойным дном, диаметральный и бортовые кильсоны у судов без двойного дна, флоры, карлингсы, бортовые шпангоуты, стойки поперечных и продольных переборок, надстроек, выгородок, бимсы палуб, не имеющие погни, и др.;

2) криволинейные балки таврового сечения (рис. 154, б): бортовые шпангоуты в районе скулы и в оконечностях судна, бимсы палуб, имеющие погни, днищевые и бортовые стрингеры в районе кривых обводов судна.

К узлам относятся также соединения стрингеров с бракетами флора (рис. 154, в), фундаменты, имеющие несложную конструк-

цию, которые собирают из небольших деталей (рис. 154,з), и рамки набора (рис. 154,д).

Судовые рамки собирают и проверяют на сборочном плазе из предварительно собранных тавровых балок, составляющих отдельные части (ветви) рамки — шпангоут, бимс, стойку продольной переборки и др., а также рамок флоров, частей шпангоутов, бимсов и других деталей и узлов конструкций с криволинейными очертаниями.

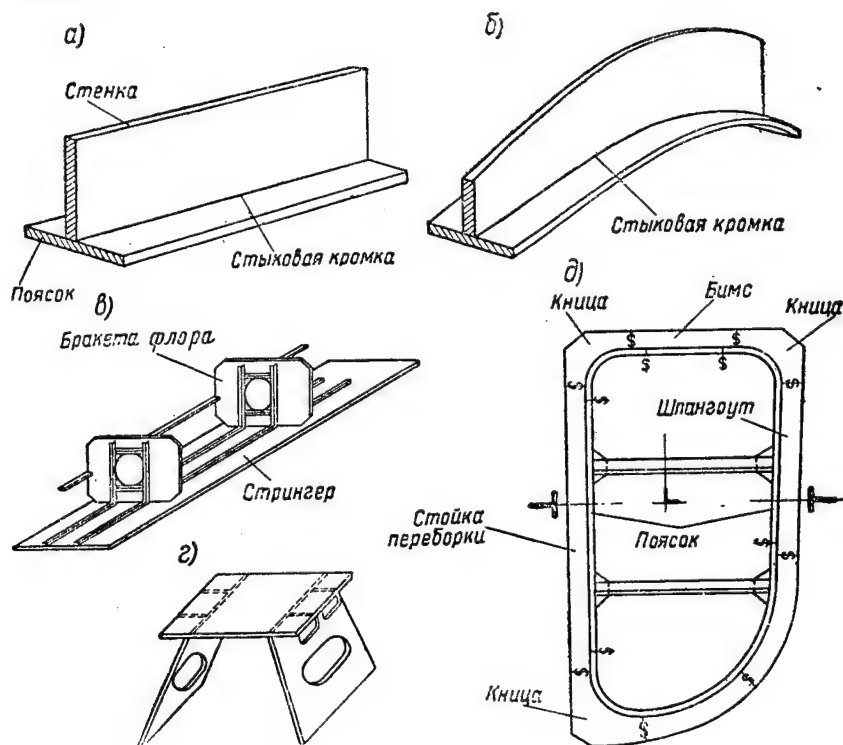


Рис. 154. Типы узлов

Сборочный плаз разбивают на металлической плите (или деревянном щите), на котором наносят с разбивочного плаза обводы криволинейных узлов отдельных районов судна в натуральную величину, а также номера шпангоутов, названия и обозначения связей корпуса судна, пазы, стыки и т. д.

При сборке узлов на сборочном плазе вначале мелом выделяют необходимое поперечное сечение, а затем укладывают детали, проверяют, соединяют друг с другом при помощи электроприхваток, после чего снимают собранный узел. Сварка его производится вне сборочного плаза.

При сборке рамок на площадке форму их проверяют по шаблонам и рейкам, снятым с разбивочного плаза.

При сборке и сварке узлов всех типов должны быть соблюдены следующие общие требования.

1. Детали, поступающие на узловую сборку, должны быть обработаны согласно чертежам, выправлены, замаркированы и должны иметь клеймо ОТК, свидетельствующее о годности их к сборке.

2. Места деталей, подлежащие электросварке, должны быть зачищены до металлического блеска.

3. При автоматической и полуавтоматической сварке электроприхватки не должны вырубаться.

При сварке вручную недоброкачественные электроприхватки необходимо вырубить.

4. После сварки узлы должны быть проверены согласно указаниям в технологическом процессе, в случае необходимости — выправлены, а затем сданы контрольному мастеру и замаркированы; на них наносят: номер судна, номер чертежа и номер узла. После этого они должны быть отправлены на склад для секционной сборки.

Ниже описывается сборка узлов различных типов.

**Сборка и сварка узлов вертикального кия и стрингеров.** Рассмотрим, как производится сборка узла вертикального кия (рис. 155,а), который состоит из трех листов 1, 2 и 3 толщиной 10 мм и пояса 4 по верхней кромке кия толщиной 12 мм и шириной 150 мм.

Для получения точного контура и плазовых размеров этого узла сборку его производят на металлической плите, которая служит, таким образом, сборочным плазом. На плите по рейкам с плаза делают разбивку контура кия. При разбивке сборочного плаза, кроме линий контура кия, на плите наносят также теоретические линии шпангоутов и линии положения торцов пояса (рис. 155,б).

Сборку узла вертикального кия производят в такой последовательности: раскладывают листы кия согласно их маркировке так, чтобы совместить кромки их с соответствующими линиями на плите, и подгоняют стыки листов. После соединения листов между собой электроприхватками для устранения коробления кромок листов при сварке их прихватывают также по контуру к плите, на которой их собирают. Собранное полотнище кия предъявляют контрольному мастеру для проверки качества сборки под сварку. Затем производится автоматическая сварка стыков листов согласно технологическому процессу сварки, причем перед сваркой, во избежание коробления листов, вдоль их стыков с обеих сторон укладывают грузы.

После сварки переносят с плиты на полотнище кия линии положения торцов пояса и теоретические линии шпангоутов (линии притыкания флоров) по верхней и нижней кромкам листов;

при этом делают также засечки на торцевых сторонах листов для переноса линий на обратную сторону полотнища.

Для подварки обоих стыков полотнища кия переворачивают; для этого необходимо срубить электроприхватки по его контуру.

После подварки необходимо выправить плоскость полотнища в районе сварки стыков, для чего рекомендуется проковать сварные швы кувалдой через гладилку.

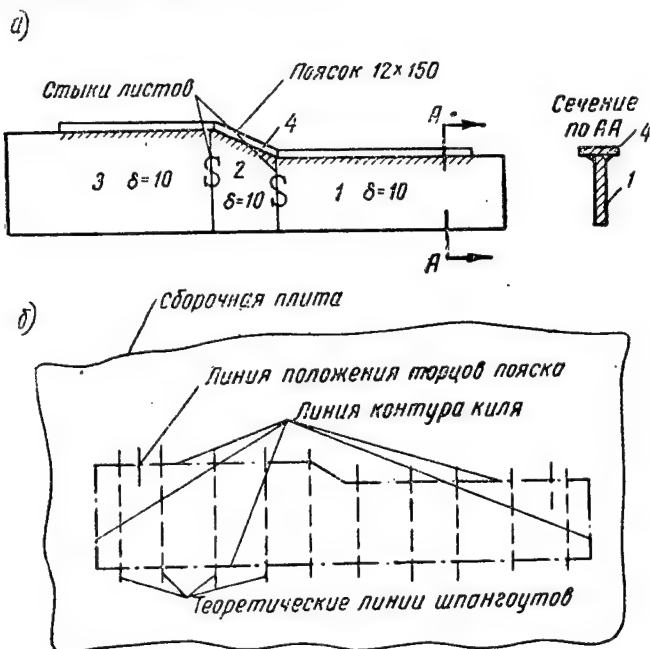


Рис. 155. Сборка узлов корпуса судна:  
а—узел вертикального кия в сборе, б—разбивка контура кия на плите

Для установки верхнего пояска на нем сначала пробивают линии притыкания кия. Установка пояска производится по линиям положения его торцов, нанесенным на верхней кромке полотнища кия.

После того, как контрольный мастер проверит правильность установки пояска, этот поясок приваривают согласно технологическому процессу сварки.

После окончательной сварки узел кия в случае необходимости выправляют, сдают контрольному мастеру для проверки комплектности и качества сборки и сварки и обводов по разбитому на плите контуру полотнища кия.

**Сборка и сварка узлов типа флоров, бракет и книц.** Разберем для примера технологию сборки узлов флоров двух типов: непро-  
ницаемых (рис. 156), состоящих из листа 1 толщиной 5 мм и трех

ребер жесткости 2 из полосульбового профиля, и пронизаемых (рис. 157), состоящих из листа 1 с круглым вырезом и пояском 2 по верхней кромке листа и кольцом из двух частей 3 полосового металла для подкрепления выреза.

Узлы непроницаемых флоров собирают в следующем порядке. После проверки контура флора шаблоном или по проверочному щиту лист флора укладывают на плиту и меловой ниткой пробивают на нем линии расположения ребер жесткости. Для на-

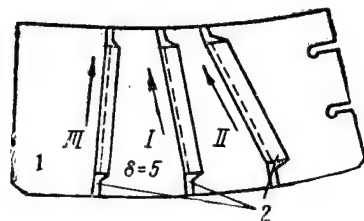


Рис. 156. Узел непроницаемого флора

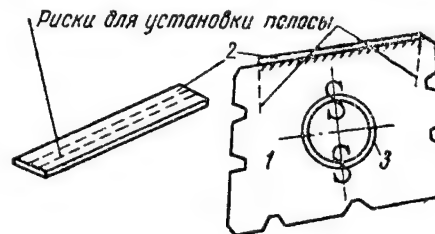


Рис. 157. Узел пронизаемого флора

метки этих линий пользуются размерами с чертежа. Затем устанавливают ребра, обжимают их к листу флора и соединяют электроприхватками. После проверки контрольным мастером правильности установки ребер их приваривают к листу флора полуавтоматом в порядке, показанном на рис. 156; порядок наложения швов указан римскими цифрами, а направление сварки — стрелками.

После сварки лист флора правят путем легкой проковки через гладилку в районе швов.

Собранный узел сдают контрольному мастеру для проверки путем прикладывания линейки, а проверку вырезов для прохода продольных ребер жесткости производят протаскиванием через них коротышей соответствующего профиля.

Проницаемый флор с полосой по кромке и пояском из двух половин, подкрепляющим вырез, собирают следующим образом. После проверки контура флора под лист его подкладывают прокладку толщиной не менее половины ширины привариваемого пояска. На полосе и на поясках размечают линии, определяющие места присоединения их к кромкам флора. По рискам на верхней кромке флора (указывающим положение торцов полосы по длине) устанавливают полосу и электроприхватками соединяют ее с листом флора.

Таким же образом устанавливают обе половинки пояска выреза, причем поясок прижимают к вырезу обычно вручную деревянным упором, конец которого упирается в противоположную кромку выреза флора.

После сварки выправляют плоскость флора, полосы и пояска проковкой через гладилку.

Проверку сваренного флора с учетом допусков производят в плоскости листа флора — прикладыванием линейки, симметричности расположения пояска и полосы по ширине относительно толщины флора — обмером, а размеров вырезов для прохода продольных ребер жесткости — протаскиванием коротыша соответствующего профиля.

**Сборка и сварка прямолинейных и криволинейных балок таврового сечения.** Рассмотрим порядок изготовления криволинейной тавровой балки бортового рамного шпангоута (рис. 158), у которого стенка состоит из двух листов 1 и 2 толщиной 5 мм и пояска 3 шириной 100 мм и толщиной 10 мм. По кромке, прилегающей к наружной обшивке, рама шпангоута имеет вырезы для прохода продольных ребер жесткости наружной обшивки.

Ввиду кривых очертаний рамы шпангоута полотнище ее собирают на сборочном плазе (иногда сборку производят по шаблону с плаза). Листы 1 и 2 укладывают на плаз, по которому проверяют обводы бортовых кромок обеих частей рамы и вырезы для ребер жесткости, пользуясь соответствующими линиями, нанесенными на сборочном плазе.

После этого подгоняют стык между деталями 1 и 2 с подрубкой кромок и последующим соединением электроприхваткой.

Для сварки стыка с обеих сторон полотнище рамы снимают с плаза.

В районе сварного шва полотнище рамы выправляют гладилкой, после чего по чертежу и по рейке с плаза на нем размечают линии положения торцов пояска 3 размером  $10 \times 100$  мм.

После установки пояска по разметке его берут на электроприхватки, а затем приваривают к полотнищу рамы.

По окончании сварки узел шпангоута необходимо выправить на плоскость и на ребро. Ввиду того, что при сварке полотнище рамы может изменить свою форму по сравнению с плазовой, узел укладывают на сборочный плаз для проверки обводов бортовой кромки.

При приемке окончательно изготовленного узла рамного шпангоута контрольный мастер проверяет форму контура узла и положение вырезов для прохода ребер жесткости по сборочному плазу, симметричное положение пояска по ширине относительно

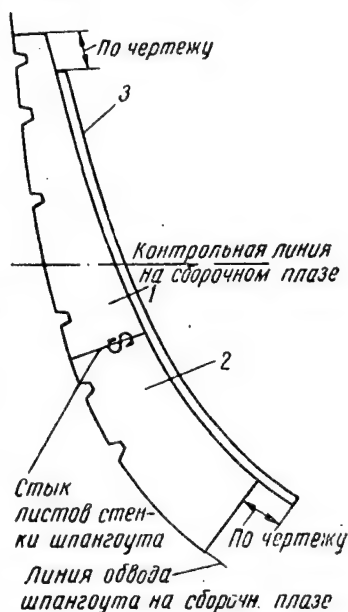


Рис. 158. Узел рамного шпангоута

полотнища рамы шпангоута, правильность положения торцов пояска по длине и размеры вырезов для прохода ребер жесткости.

Кроме того, проверяют качество сварки всего узла.

Прямолинейные тавровые балки одинакового сечения по всей длине собирают без или при помощи приспособлений кондукторов, а также на специальных установках и станках.

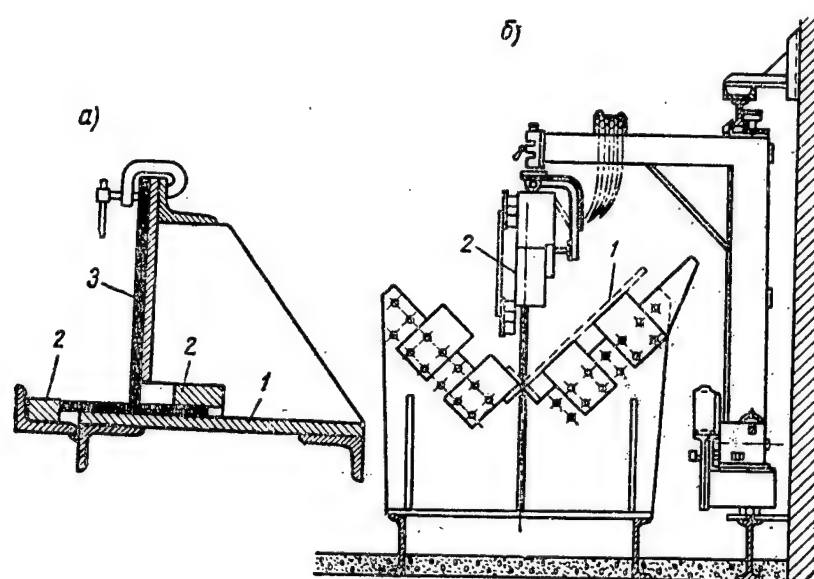


Рис. 159. Сборка и сварка балки таврового сечения:  
а—приспособление для сборки балки: 1—полоса с приваренными киями, 2—зажимные клинья, 3—собранный тавровая балка; б—установка для сборки и сварки балки: 1—свариваемая балка, 2—сварочная головка автомата

Сборку тавровых балок без кондуктора производят следующим образом. Прежде всего на пояске размечают линию установки стенки тавра, и это место зачищают под сварку до металлического блеска. После установки стенки на поясок перпендикулярность ее проверяют угольником.

Прижатие стенки к пояску производят различными приспособлениями, из которых самым простым является скоба с клином (см. рис. 120).

На рис. 159, а показано одно из многих приспособлений для сборки под автоматическую сварку балок таврового сечения небольшой длины.

Установка для сборки и сварки балок таврового сечения показана на рис. 159, б.

После соединения стенки и пояска балки электроприхватками производят поочередную сварку их с каждой стороны автоматической сварочной головкой, подвешенной на портальной балке.



**Сборка и сварка высоких тавровых балок большой длины при помощи кондуктора.** Кондуктор, применяемый для этой цели

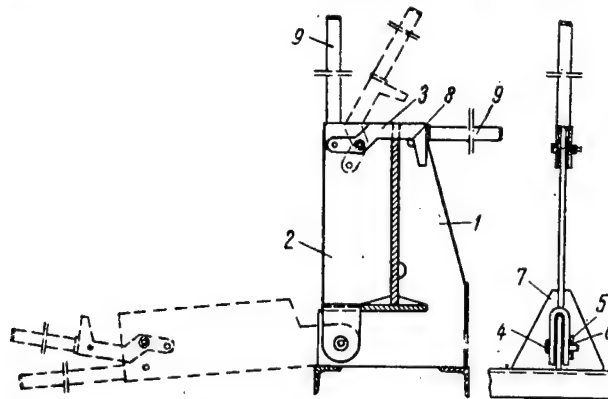


Рис. 160. Сборка тавровых балок в кондукторе

(рис. 160) состоит из неподвижной щеки 1, откидной щеки 2, за- свата 3, штыря 4, шайбы 5, шплинта 6, кницы 7, штифта 8 и двух рукояток 9.

Для сборки длинных тавровых балок кондукторы обычно устанавливают на расстоянии 1—1,5 м друг от друга на общем основании, состоящем, например, из двух утолщений.

Сборку тавровых балок в кондукторах производят в такой последовательности: вначале открывают откидную щеку 2 и поясok тавра укладывают на нижнее основание кондуктора. После этого подают и устанавливают стенку тавра, положение которой фиксируют посередине ширины пояска и под прямым углом к нему при помощи неподвижной щеки 1.

Затем все кондукторы накрывают (т. е. откидные щеки 2 устанавливают на свое место) и стенку тавра соединяют с пояском электроприхватками.

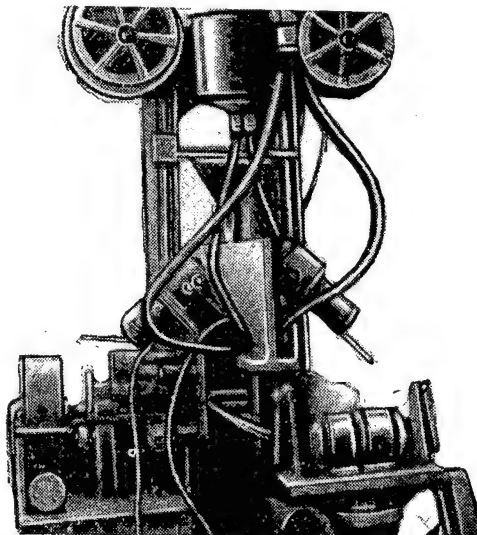


Рис. 161. Станок для сборки и сварки тавровых балок

Сварку собранной таким образом балки производят на отдельной площадке, для чего балку вынимают из кондуктора при помощи крана.

**Сборка и сварка тавровых балок на специальных станках и установках.** На станке, показанном на рис. 161, производятся операции по сборке и автоматической сварке тавровых балок одновременно с обеих сторон стенки балки, благодаря чему исключаются операции по предварительной сборке и соединению электроприхватками и трудоемкость изготовления балок значительно уменьшается.

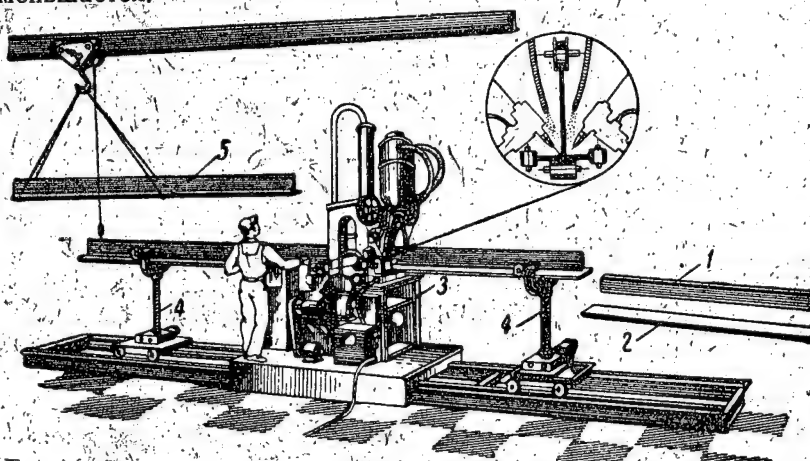


Рис. 162. Сборка и автоматическая сварка тавровых балок на станке «СТС» (в круге — схема сборки и сварки в тавр): 1 и 2 — стенка и пояс балки, 3 — станок «СТС», 4 — винтовые подставки, 5 — готовая балка

В станок сначала подают пояс тавра, а затем — стенку, положение которой центрируют относительно середины пояса фиксаторами, имеющимися на станке.

Стенку тавра плотно прижимают к пояску под прямым углом, после чего при помощи роликов собранная балка начинает двигаться вперед. В это время включают два автомата, которые производят приварку стенки тавра к пояску одновременно с двух сторон.

На рис. 162 показан станок типа «СТС» для сборки и автоматической сварки тавровых балок неограниченной длины при толщине стенки и пояса до 16 мм.

#### § 71. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СБОРКА И СВАРКА СЕКЦИЙ

Количество, форма и размеры секций, на которое разбивают корпус судна, устанавливаются в зависимости от размеров и типа судна, а также от конструкции набора корпуса. При этом принимается также во внимание грузоподъемность кранов, установлен-

ных в сборочно-сварочном цехе, в котором секции будут изготовляться, и на стапеле, где они будут устанавливаться на кильблоки и соединяться между собой в общий корпус судна.

При разбивке корпуса судна на секции стремятся к тому, чтобы количество их было минимальным, а конструкция — жесткой и удобной для выполнения сборочных и сварочных работ и соединения их между собой на стапеле по межсекционным стыкам и пазам.

На рис. 163 показаны схемы разбивки корпуса морской баржи на секции и узлы, а в табл. 10 приведены их наименования, количество на одно судно, вес и размеры. Обозначения на рис. 163 соответствуют порядковым номерам в табл. 10.

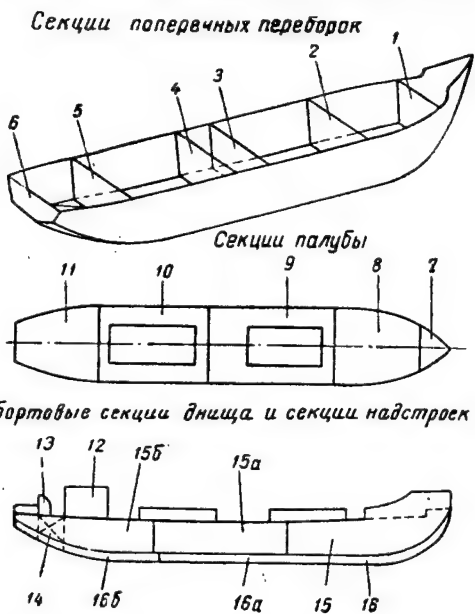


Рис. 163. Разбивка корпуса морской баржи на секции и узлы

Таблица 10

Разбивка корпуса морской баржи на секции и узлы

№ секции	Наименование секций и узлов	Количество на одно судно	Вес одной секции в кг	Наибольшие размеры секций в м		
				длина	ширина	высота
	Секция поперечных переборок					
1	Переборка в районе 11-го шпангоута	1	1490	—	7,4	4,0
2	Переборка в районе 18-го шпангоута	1	2000	—	7,4	4,0
3	Переборка в районе 39-го шпангоута	1	2100	—	7,4	4,0
4	Переборка в районе 61-го шпангоута	1	1800	—	7,4	4,0
5	Переборка в районе 73-го шпангоута	1	560	—	6,5	3,0
6	Переборка в районе 77-го шпангоута	1	300	—	4,0	1,5

Продолжение табл. 1

№ секции	Наименование секций и узлов	Количество на одно судно	Вес одной секции в кг	Наибольшие размеры секций в м		
				длина	ширина	высота
Секции палубы						
7	Носовая в районе 0—5-го шпангоута	1	550	2,5	4,0	—
8	Средняя в районе 5—20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -го шпангоута	1	4800	9,6	7,5	—
9	Средняя в районе 20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —41-го шпангоута	1	7500	14,5	7,4	—
10	Средняя в районе 41—57-го шпангоута	1	7500	10,0	7,4	—
11	Кормовая в районе 57—71-го шпангоута	1	8300	14,0	7,4	—
Секции надстроек и рубок						
12	Штурвальная рубка	1	2200	2,8	2,8	3,0
13	Тамбур и жилое помещение	1	350	1,2	1,0	2,0
14	Тамбур и настил камбуза	1	800	2,4	2,5	2,5
Бортовые секции						
15	В районе нос—32 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -й шпангоут	2	6000	15	—	3,5
15а	В районе нос — 32 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —52 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -й шпангоут	2	5000	12	—	3,5
15б	В районе 52 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -й шпангоут — корма	2	4000	16	—	3,5
Днищевые секции						
16	Носовая в районе нос — 30 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -й шпангоут	1	12 500	15,5	7,4	0,5
16а	В средней части 30 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —50 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -й шпангоут	1	9200	12,0	7,4	0,5
16б	Кормовая в районе 50 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -й шпангоут—корма	1	13 000	16,5	7,4	0,6
Узлы						
17	Площадка для буксирного кнехта	1	280	3,8	2,0	0
18	Подкрепление под подшипник баллера руля	1	80	0,5	0,5	0
19	Подпятник руля	1	390	1,5	0,3	2
20	Фундаменты под кормовые кнехты	1	40	1,0	0,4	0
21	Фундаменты под носовые кнехты	2	100	1,0	0,4	0
22	Фундамент под шпиль	1	40	0,5	0,5	0
23	Фундамент под кран	1	300	2,3	2,3	0
24	Съемные бимсы грузовых люков	6	300	—	4,0	0

Продолжение табл. 10

№ секции	Наименование секций и узлов	Количество на одно судно	Вес одной секции в кг	Наибольшие размеры секций в м		
				длина	ширина	высота
25	Фундамент под грузовую стрелу	1	20	0,4	0,4	0,1
26	Фундамент под грузовую лебедку	1	40	0,7	0,3	0,3
27	Фундаменты под кнехты вдоль борта	2	200	0,9	0,8	0,1
28	Фундамент под цепные стопоры	1	2000	1,0	2,0	0,4
29	Подкрепление под кран	1	1160	2,0	2,0	3,3
30	Площадка к штурвальной рубке	1	100	2,0	0,9	0,6
31	Фундамент под брашпиль	1	360	1,2	1,7	0,3

Плоскостные секции с прямолинейными очертаниями, т. е. без изгибов и кривизны, собирают на ровных металлических площадках, а имеющие погибь или кривизну — на постелях.

Объемные секции обычно имеют криволинейные очертания и поэтому сборка их производится на постелях, лекала которых имеют форму обводов секций, соответствующую нанесенной на лекало.

Плоскостные секции изготовляют в следующей технологической последовательности.

Сборщики стыкуют листы полотнища секции на площадке или на постели и прихватывают их по контуру к площадке или к лекалам постели электросваркой или струбцинами.

Сварщики производят автоматическую сварку стыков и пазов полотнища. Если кривизна секций большая, сварку производят ручную.

После сварки полотнища на нем размечают теоретические линии установки набора.

Сборщики ставят поперечный и продольный набор, причем обычно сначала устанавливают рамный набор, который подают предварительно собранным в узлы, а после него — холостой.

Поставленный набор сварщики соединяют сначала электросваркой вручную вертикальным швом, а затем приваривают его листам секции полуавтоматической сваркой.

После этого секцию перекаптовывают, вырубая по сварным линиям контрольную канавку до основного металла и производят подварку стыков и пазов.

Затем секцию насыщают слесарным, монтажным и другим борудованием, производят контуровку, т. е. проверку ее размеров, в случае необходимости удаляют имеющиеся припуски. После того секцию сдают контрольному мастеру и отправляют на стель.

Объемные секции средней части судна собирают из заранее обранных в постелях плоскостных секций и узлов.

Объемные секции небольших размеров часто собирают и сваривают в кантователях.

Объемные секции оконечностей корпуса судна изготавливают на постелях соответствующей формы из узлов и плоскостных секций.

При сборке секций на постелях нет необходимости проверять форму криволинейных узлов, так как она проверяется соответствующими обводами шаблонов постели.

В объемных секциях и блок-секциях после сварки проводят испытание замкнутых отсеков на водонепроницаемость.

#### **§ 72. СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕКЦИЙ**

Скоростное строительство судов основывается на применении секционной сборки их корпусов. Секции и блок-секций необходимо изготавливать в возможно более короткие сроки.

Различают три способа скоростного изготовления секций: конвейерный, поточно-позиционный и поточно-бригадный.

При применении каждого из трех способов рабочие места для сборки и сварки секций расположены по потоку, т. е. в том же порядке, в каком происходит технологический процесс сборки и сварки. Эти рабочие места называются позициями потока.

На каждой позиции выполняется определенный законченный объем работ в заранее установленный период времени, который приблизительно одинаков для каждой позиции потока. Этот период времени называется ритмом потока. По окончании установленного периода времени секция должна уйти с данной позиции на следующую позицию и на ее место приходит секция с предыдущей позиции. С последней позиции потока сходит обычно почти полностью готовая секция.

Число позиций и ритм потока устанавливаются в технологическом процессе в зависимости от типа секций и трудоемкости выполняемых работ, годовой программы выпуска судов, оборудования цехов и других условий.

Ритм потока, умноженный на число позиций, на которое поток разделен, называется циклом потока; последний показывает за сколько времени поток дает один комплект продукции.

Конвейерный способ, который применяется на судостроительных заводах при массовом изготовлении секций, значительно отличается от того конвейерного способа производства, который широко применяется в настоящее время в других отраслях нашей промышленности, преимущественно в машиностроении, станкостроении и др. В то время как в машиностроении поток движется от позиции к позиции почти непрерывно или с очень малыми разрывами во времени, исчисляемыми минутами или десятками минут, в судостроении поток движется значительно медленнее, с большими перерывами; остановки на позициях, необходимые для выполнения заранее намеченного довольно большого объема работ, исчисляются иногда днями.

Конвейерный способ изготовления секций, применяемый в судостроении, заключается в том, что в каждом пролете сборочно-сварочного цеха поточно изготавливаются секции определенного типа, расположенные на специальных тележках, которые передвигаются вдоль цеха с позиции на позицию. Специализированные бригады находятся на своих постоянных рабочих местах и выполняют на секции определенную одинаковую, повторяющуюся работу, доводя секцию до определенной степени готовности.

Поточно-позиционный способ изготовления секций заключается в том, что сборка секций производится по потоку на заранее определенных рабочих местах (позициях), на которых выполняются заранее намеченные работы специализированными бригадами. После выполнения намеченных работ на одной позиции секция передвигается к другой позиции, для чего ее устанавливают на специально оборудованные тележки или транспортеры.

Поточно-позиционный способ изготовления является видоизменением конвейерного способа. При конвейерном способе секция все время остается на своей тележке и передвигается с позиции на позицию вместе с ней, а при поточно-позиционном способе секцию собирают на позиции на неподвижной площадке и только для передачи на следующую позицию секцию поднимают на тележку, которую по прибытии на следующую позицию, опять вынимают из-под секции.

Таким образом, при поточно-позиционном способе для изготовления секций требуется меньше тележек, чем при конвейерном.

Однако такой способ перемещения секций при поточно-позиционном способе не всегда соблюдается. Часто секцию собирают на тележке, которая передвигается с позиции на позицию. Вследствие этого резкой разницы между конвейерным и поточно-позиционными способами постройки нет.

В качестве примера применения поточно-позиционного способа опишем изготовление плоскостной секции для судна.

Процесс изготовления секции делится на семь позиций. На первой позиции сборщики только стыкуют листы полотнища секции, на второй позиции сварщики сваривают эти листы, затем секция передвигается на третью позицию, где уже другая бригада сборщиков устанавливает набор, после чего, на четвертой позиции, новая бригада сварщиков производит сварку набора. На пятой позиции производят подварку полотнища секции в кантователе и после кантовки ее на следующей, шестой, позиции слесари устанавливают детали трубопроводной арматуры и другие детали наложения секции. На последней, седьмой, позиции секцию контуруют, сдают контрольному мастеру и отправляют в стапельный цех.

Поточно-позиционный способ изготовления секций оправдывает себя при серийной постройке судов, потому что он дает возможность наладить ритмичную работу и приводит к специализации рабочих бригад, полному использованию имеющегося оборудования и сокращению сроков изготовления судов.



Поточно-бригадный способ заключается в том, что секции находятся на неподвижных рабочих местах-позициях, а специализированные бригады рабочих переходят от одной секции-позиции к другой и выполняют свою работу.

Поточно-бригадный способ изготовления может успешно применяться не только при серийной постройке судов, но и при строительстве судов различных типов в небольшом количестве.

В случае несерийной постройки судов для сохранения специализации бригад этот способ применяют при изготовлении секций различных типов, но примерно одинаковой конструкции, например, плоскостных секций — днища и палубы, продольных и поперечных переборок и т. п.

Поточно-бригадный способ изготовления не требует никаких устройств для передвижения секций. Он применяется на отечественных заводах чаще, чем первые два способа, так как сравнительно легко осуществим, способствует повышению производительности труда и сокращению сроков изготовления секций.

Опишем опыт применения поточно-бригадного способа на одном из отечественных заводов при постройке только двух однотипных судов.

Для сборки этим способом были выделены прямые плоскостные секции в средней части судна: днища, палубы и продольных переборок. Конструкция этих секций состоит из полотнищ, листы которых сваривались автоматической сваркой, и набора — продольного и поперечного. Набор секций сваривали по вертикальным швам вручную, а к полотнищам секций его приваривали полуавтоматической сваркой.

Ввиду того, что эти секции имели одинаковую конструкцию, их собирали по типовой технологии.

Для сборки секций в сборочно-сварочном цехе была предназначена ровная металлическая площадка, на которой были разбиты шесть позиций.

Каждая из этих позиций закреплялась за одной большой секцией или группой небольших секций с таким расчетом, чтобы трудоемкость работ на каждой позиции по отдельным специальностям была примерно одинаковой.

На выделенных для них позициях секции изготовляли до почти полной готовности, а специализированные по профессиям бригады переходили от одной позиции к другой и выполняли на разных секциях заранее намеченную работу.

Согласно разработанной технологии изготовление секций было разделено на такие отдельные объемы работ, или этапы, выполняемые в технологической последовательности по профессиям специализированными бригадами:

*1-й этап.* Первая бригада сборщиков производит стыкование листов полотнищ секций.

*2-й этап.* Электросварщик сваривает пазы и стыки полотнищ автоматической сваркой.

*3-й этап.* Два проверщика размечают места для установки набора на полотнищах.

*4-й этап.* Вторая бригада сборщиков устанавливает набор на полотнища секций.

*5-й этап.* Одна бригада сварщиков производит приварку поперечного набора к продольному, т. е. сварку вертикальных швов вручную, а затем другая бригада сварщиков приваривает набор к полотнищам секций полуавтоматической сваркой.

*6-й этап.* Сварщик производит подварку стыков и пазов полотнищ автоматической сваркой.

*7-й этап.* Бригада проверщиков производит контуровку готовой секции, т. е. проверку ее размеров.

Благодаря такой разбивке по профессиям специализированные бригады могли выполнить все работы в установленные сроки.

Для лучшей организации и планирования работы был разработан подробный календарный график, по которому изготавливали секции на отдельных позициях. В этом графике были указаны трудоемкость по специальностям и численный состав бригад, определена продолжительность выполнения каждого объема работ на отдельных позициях.

Этому графику была подчинена работа всего пролета цеха, где изготавливались секции.

В соответствии со сроками графика выполняли следующие работы:

- а) составляли суточные задания накануне рабочего дня всем специализированным бригадам;
- б) планировали своевременную завозку необходимых деталей с промежуточного склада в цех, где детали распределяли по своим позициям;
- в) подготавливали необходимый инструмент и приспособления;
- г) проводили инструктаж специализированных бригад, изучение чертежей, технологии и технических условий;
- д) планировали сроки изготовления (на другом участке) узлов, необходимых для сборки секций, для своевременной подачи их к местам сборки на отдельные позиции.

Общая продолжительность изготовления секций на позициях определялась в 6 дней; это означало, что с одной позиции в течение этого времени надо было снять готовые секции, т. е. произвести один съем секций. График был разработан на один месяц, в течение которого планировалось произвести примерно 3,5 съема с каждой позиции.

Изготовление секций начиналось с 1-го числа месяца и производилось в полном соответствии со схемой и календарным графиком.

Первый опыт сборки секций на заводе поточно-бригадным способом дал следующие результаты:

1. В течение месяца с каждой позиции площадки было произведено 3,5 съема готовых секций вместо двух съемов при ранее

применявшемся способе сборки, когда бригады работали без специализации на одной секции с начала до конца ее изготовления. Это привело, кроме того, к увеличению на 175% веса съема секций с каждого квадратного метра сборочной площадки цеха.

2. На участке наладилась ритмичная работа, лучше использовалось оборудование и значительно сократились сроки изготовления секций.

При применении этого способа сборки секций необходимы большая подготовительная работа во всех вспомогательных цехах по доставке деталей, подготовке узлов, обеспечению необходимым инструментом и т. д. и четкое планирование по единому календарному графику для ежедневной увязки работ специализированных бригад на всех позициях.

#### **§ 73. СБОРКА И СВАРКА ОБЪЕМНОЙ ДНИЩЕВОЙ СЕКЦИИ В СРЕДНЕЙ ЧАСТИ СУДНА**

Рассмотрим в качестве примера сборку и сварку объемной секции двойного дна (см. рис. 131), состоящей из листов наружной обшивки, настила второго дна с продольными ребрами жесткости, продольного набора (вертикального киля и двух стрингеров по левому и правому бортам) и поперечного набора (проницаемых и непроницаемых флоров).

Секцию собирают в следующей технологической последовательности:

1. Подготавливают постель для сборки, т. е. проверяют лекала по шаблонам и рейкам с плаза (см. рис. 188).

2. Полотнище наружной обшивки собирают из отдельных листов: вначале укладывают листы среднего пояса, состоящего по длине из двух листов, и проверяют их положение: по ширине — совпадением линии диаметральной плоскости на листах и на лекалах постели, по длине — совмещением монтажных кромок листов с соответствующими линиями, нанесенными на основании постели, и на плотность прилегания к лекалам постели. После подгонки листов по стыку и соединения на электроприхватки их притягивают к лекалам постели при помощи скоб — по контуру и стяжек — в середине.

Остальные листы обшивки раскладывают последовательно с левого и правого бортов от среднего пояса, подгоняют с прирубкой кромок, берут на электроприхватки и прижимают к постели эластичными прижимами. Такие эластичные прижимы (см. рис. 144, а) или, как их также называют, скользящие притяжки обеспечивают свободное перемещение листов обшивки относительно лекал постели, вследствие чего усадка от сварки стыков, пазов и приварки набора не приводит к появлению внутренних напряжений и последующих короблений в листах обшивки. Собранные таким образом полотнище секции предъявляют контрольному мастеру для проверки перед сваркой.

3. Производят автоматическую сварку стыков и пазов, для чего постель с секцией для удобства сварки подкантовывают попеременно с левого и правого бортов до горизонтального положения листов наружной обшивки.

4. Проверщики размечают на сваренном полотнище теоретические линии мест установки продольного и поперечного набора или, как говорят, разбивают сетку для набора по рейкам с плаза от базовой контрольной линии, диаметральной плоскости и теоретической линии среднего шпангоута (см. рис. 189).

5. Затем устанавливают и приваривают продольные ребра жесткости по наружной обшивке автоматической сваркой напроход.

6. Сборщики устанавливают набор, причем в первую очередь ставят вертикальный киль, а затем к нему приставляют флоры от киля до первого стрингера с левого и правого бортов; после этого выставляют первые стрингеры и к ним с обоих бортов — флоры и, наконец, вторые стрингеры.

При наличии на наружной обшивке на обоих бортах и вертикальном киле продольных ребер жесткости и соответствующих вырезов во флорах порядок сборки изменяется. После установки вертикального киля устанавливают ребра жесткости на наружной обшивке, затем флоры от вертикального киля до 1-го стрингера и стрингер, затем флоры от борта до 2-го стрингера и стрингер, после чего устанавливают флоры между 1-м и 2-м стрингерами.

Такой порядок сборки исключает необходимость протаскивания ребер жесткости через вырезы во флорах и позволяет приваривать ребра жесткости к наружной обшивке и вертикальному килю автоматической сваркой.

Вертикальный киль, флоры и стрингеры соединяют электроприхватками, а к наружной обшивке притягивают эластичными соединениями. Проверка правильности установки набора описана в главе X.

Перед сваркой правильность установки набора проверяет контрольный мастер.

7. Производят сварку набора, причем вертикальные швы сваривают вручную, а затем приваривают набор к наружной обшивке полуавтоматом от средней части секции в нос и корму и от диаметральной плоскости к бортам.

Такой порядок сварки заключается в том, что в каждой клетке, образованной пересечением продольного и поперечного набора, называемой ячейкой, работает один сварщик, так что на секции одновременно работают два или четыре сварщика, которые переходят из одной смежной ячейки в другую, начиная от середины секции и двигаясь в нос и в корму и на левый и правый борта.

8. Если настил второго дна имеет поперечную погибь, сборку и сварку полотнища его предварительно производят на отдельной, специально изготовленной постели, после чего полотнище с вы-

ставленными и проверенными ребрами жесткости устанавливают на секцию.

Для совпадения вырезов во флорах секции с продольными ребрами жесткости настила второго дна перед сваркой снимают на рейку положение этих вырезов, а затем по этим рейкам производят проверку разметки мест для установки ребер на листах настила второго дна. Перед установкой настила второго дна на секцию проверяют плавность сопряжения верхних кромок поперечного и продольного набора секции; при этом причерчивают и удаляют все возможные выступы в местах пересечения вертикального киля и стрингеров с флорами, так как при установке второго дна они не дадут возможности плотно притянуть настил к верхней части набора в этих местах.

9. Для приварки набора секции—киля, стрингеров и флоров—к полотнищу второго дна и подварки листов наружной обшивки в нижнем положении секцию поворачивают на  $180^\circ$ , т. е. нижней поверхностью кверху, при помощи кантователя или крана.

10. После сварки секцию снова поворачивают на  $180^\circ$ , т. е. устанавливают в первоначальное нормальное положение, горизонтально, на брусья высотой около 1,5 м.

11. При наличии на полотнище настила второго дна фундаментов производят разметку их по рейкам с плаза, устанавливают на место и приваривают.

Одновременно размечают места установки, устанавливают и приваривают слесарно-монтажное насыщение секции согласно технологическому процессу.

12. Производят контуровку секции, т. е. проверяют ее размеры и геометрическую форму по плазовым обводам, определяют и намечают припуски по монтажным стыкам и пазам; часть из них удаляют согласно схеме припусков стальной сборки, определяют величину деформации секции, т. е. отклонение ее обводов от плазовых обводов, и набивают на внешней стороне наружной обшивки контрольные установочные линии: линию диаметральной плоскости, положение теоретических линий среднего и крайних шпангоутов и продольные горизонтальные линии на левом и правом бортах наружной обшивки.

13. Производят испытание на непроницаемость замкнутых отсеков секции согласно специальной инструкции.

14. Секцию предъявляют контрольному мастеру, после сдачи очищают ее от окалины и разных загрязнений и грунтуют суриком во избежание коррозии. Затем секцию взвешивают, маркируют, выписывают сопроводительные документы и отправляют на склад стальной цеха.

Таким же образом и в такой же последовательности собирают и скуловые секции (см. рис. 132).

Если днищевые секции не имеют погиби, то сборку их производят примерно в таком же порядке на ровной металлической площадке.

#### § 74. СБОРКА И СВАРКА ПЛОСКОСТНЫХ СЕКЦИЙ

**Сборка и сварка поперечной переборки.** Принятая для примера переборка состоит из шести поясов, по два листа в каждом, причем верхние четыре пояса имеют толщину 6 мм, и два нижних — 7 мм. Стойки переборки — из таврового профиля; в диаметральной плоскости устанавливают рамную, так называемую доковую стойку. На переборке имеется горизонтальная связь, называемая ш е л ь ф о м.

Полотнище переборки собирают на ровном металлическом стенде. После пригонки листов по пазам и стыкам их соединяют электроприхватками. Вдоль стыков и пазов листов укладывают грузы (см. рис. 139, а) и полотнище по контуру берут на электроприхватки на расстоянии 300—400 мм друг от друга. После этого производят автоматическую сварку стыков и пазов полотнища с последующей проковкой сварных швов кувалдой через гладилку. После сварки полотнище переворачивают на 180°, для чего снимают грузы и срубают электроприхватки по контуру.

Подварку листов переборки производят также с грузами и электроприхватками по контуру.

Разметку полотнища для установки стоек производят по рейкам с плаза и одновременно наносят горизонтальную контрольную линию, по которой намечают местоположение стоек по высоте и линию диаметральной плоскости.

Для установки на полотнище стойки подают предварительно собранными и сваренными в узел. Лист шельфа устанавливают в последнюю очередь. Вертикальность установленных стоек проверяют по угольнику; по высоте — совпадением их верхних кромок с рисками на полотнище.

Для устранения бухтин на полотнище перед приваркой стоек укладывают грузы (см. рис. 139, б и в). После приварки стоек грузы снимают, переборку поднимают и для удобства дальнейшей сборки укладывают на брусья высотой около 1,5 м. Затем по чертежу и по рейкам с плаза от базовых контрольных линий, к которым относятся линия диаметральной плоскости и горизонтальная линия, размечают места для установки фундаментов и слесарно-монтажного насыщения секции.

При разметке наносят и прокернивают на полотнище переборки или стойках в виде взаимно-перпендикулярных линий оси вырезов для деталей насыщения и места расположения фундаментов.

После этого делают требующиеся по чертежу вырезы на полотнище для деталей насыщения. В процессе установки деталей насыщения необходимо обеспечить совмещение деталей с рисками разметки и плотное прижатие их к листам или набору переборки. Затем производят приварку всех деталей насыщения.

Фундаменты предварительно устанавливают на свои места и после проверки правильности положения причерчивают припуск по кромкам к плоскости переборки. После удаления припуска с

последующей зачисткой кромок фундамент устанавливают окончательно, опять проверяют и приваривают.

Изготовление переборки заканчивают разметкой контура полотнища по рейкам с плаза, определением и наметкой припусков, а также пробивкой линии диаметральной плоскости и горизонтальной контрольной линии. Согласно схеме удаляют припуски по вертикальным бортовым кромкам. По нижней кромке припуск оставляют; его удаляют при установке переборки на судно, при стальной сборке. Перед сдачей переборки контрольному мастеру на ней надписывают краской номер судна, номер шпангоута, где устанавливается переборка, и другие данные.

**Сборка и сварка секций верхней палубы.** Принятая для примера секция палубы имеет следующую конструкцию. Полотнище состоит из листов толщиной 10 мм, поперечный набор — из рамных бимсов таврового профиля, устанавливаемых через два шпангоута.

В качестве продольного набора имеются три неразрезных карлингса таврового сечения (в диаметральной плоскости и по левому и правому бортам). Кроме того, по настилу, между карлингсами, устанавливаются продольные ребра жесткости из полоссыбульба, пересекающие бимсы, которые имеют вырезы для прохода ребер.

Для уменьшения коробления полотнище палубы толщиной до 6 мм собирают и сваривают с двух сторон на металлической плите и подают на постель для дальнейшей сборки. Настилы палубы толщиной более 6 мм собирают и сваривают в постели.

Секции палубы указанной конструкции собирают в такой последовательности.

Сборку полотнища начинают с укладки на постель листов среднего пояса и продолжают параллельно на оба борта. Правильность положения листов проверяют по длине — совмещением монтажных кромок стыков с рисками на основании постели, по ширине — совмещением линии диаметральной плоскости на листах среднего пояса с линией диаметральной плоскости на постели. Листы настила притягивают к лекалам постели эластичными соединениями типа винтовых стяжек. После приемки собранного полотнища производят автоматическую сварку листов, причем в первую очередь сваривают пазы от линии диаметральной плоскости к бортам, а затем стыки — от середины секции в нос и корму.

Разметку мест для установки набора производят по двум рейкам с плаза от базовых контрольных линий, к которым относятся линия диаметральной плоскости и линия среднего шпангоута секции. По одной рейке (продольной растяжки) размечают места для бимсов. Другая рейка (полушироты) служит для разметки карлингсов и продольных ребер жесткости.

При установке набора применяют раздельную сборку и сварку: вначале устанавливают и приваривают к листам полотнища настилы палубы автоматической сваркой напроход продольные



ребра жесткости, а затем устанавливают поперечный набор — рамные бимсы и в последнюю очередь — карлингсы.

Правильность положения набора перед сваркой проверяют: по ширине — совмещением линий, набитых на настиле секции, с кромками набора, по длине — по размерам, указанным в чертеже, на вертикальность или на уклон — по угольнику или шаблону малки, снятому с плаза.

После этого производят вначале сварку набора по вертикальным швам вручную, а затем набор приваривают к настилу палубы полуавтоматической сваркой. Для подварки стыков и пазов настила палубы секцию снимают с постели, переворачивают на 180° и для удобства выполнения дальнейших работ устанавливают на брусья на высоте 1—1,5 м. После подварки настила размечают места установки, устанавливают и приваривают фундаменты и детали слесарно-монтажного насыщения секции (установку их производят так же, как на секции поперечной переборки).

В последнюю очередь на внешней стороне настила размечают контур секции, припуски по монтажным пазам и стыкам, а также контрольно-установочные линии: линию диаметральной плоскости и теоретические линии среднего и крайних шпангоутов. Кроме того, на секции краской указывают местоположение носа, кормы, левого и правого бортов, номер секции и номер судна. Припуски удаляют согласно схеме стапельных припусков, по которой обычно секцию подают на стапель с припуском по одному из монтажных стыков.

Для возможности подъема и транспортировки к секции приваривают обухи, а по свободным кромкам для жесткости устанавливают рыбины. После этого секцию грунтуют, взвешивают, маркируют и отправляют на склад стапельного цеха.

#### **§ 75. СБОРКА И СВАРКА СЕКЦИЙ С КРИВОЛИНЕЙНЫМИ ОЧЕРТАНИЯМИ БЕЗ ПОСТЕЛИ**

В случае постройки на заводе только одного или двух судов данного типа изготавливать для сборки секции с криволинейными очертаниями постели нерационально ввиду больших затрат и невозможности достаточного использования их.

В том случае, если одна из плоскостей, ограничивающих объемную секцию, плоская, без погиби (например, палуба или продольная переборка), такую секцию можно собрать без постели, устанавливая рамки набора на эту плоскость.

Для примера рассмотрим сборку скуловой секции, которая состоит из наружной обшивки с криволинейными очертаниями, бортового стрингера, плоского настила палубы, платформы, продольной переборки и поперечных полупереборок со стойками и поперечного набора в виде рамок, состоящих из бимса, стойки продольной переборки и бортовой ветви шпангоута (рис. 164).

Сборка такой секции без постели производится в следующей последовательности:

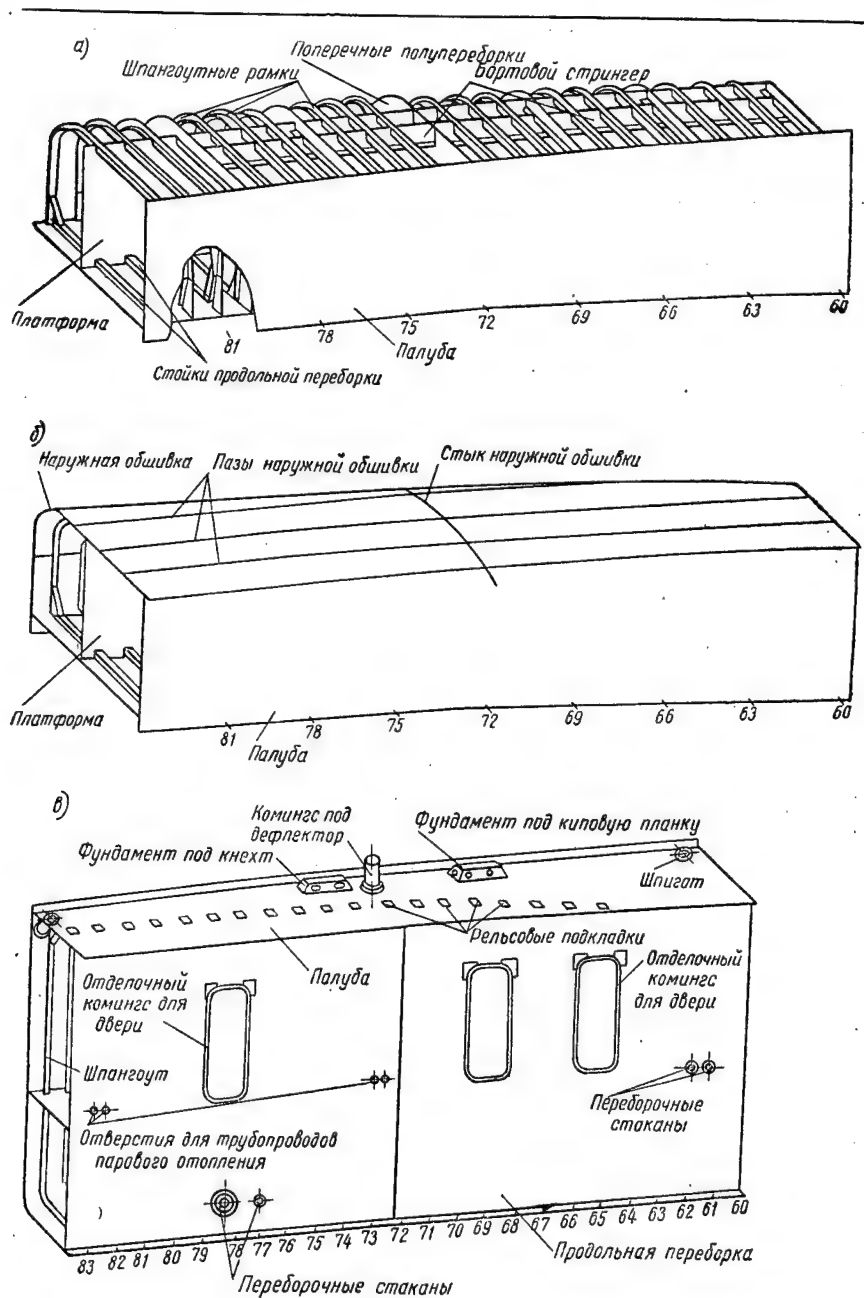


Рис. 164. Последовательность сборки и сварки бортовой секции без постели

1. Сначала собирают и сваривают в виде подсекций и узлов полотнища продольной переборки, палубы и платформы без набора, полупереборки со стойками и шпангоутные рамки, которые собирают на сборочном плазе или по шаблонам с плаза.

2. Сборку секции из предварительно собранных подсекций и узлов производят на полотнище продольной переборки, уложенном на ровную площадку.

3. На продольную переборку устанавливают шпангоутные рамки и полупереборки и берут их на электроприхватки, а затем — платформу и бортовой стрингер (рис. 164, а).

4. Устанавливают полотнище палубы и производят приварку рамок к продольной переборке и палубе, после чего приваривают платформу (см. рис. 164, а).

5. Ставят листы наружной обшивки, плотно прижимают их к бортовым шпангоутам и стрингеру и производят сварку пазов и стыков обшивки (рис. 164, б).

6. Кантуют секцию наружной обшивкой вниз и приваривают бортовую ветвь шпангоутной рамки и бортовой стрингер к обшивке.

7. После установки деталей слесарно-монтажного насыщения (рис. 164, в) секцию контуруют и после сдачи контрольному мастеру отправляют в стапельный цех.

Если объемные секции не имеют ни одной ровной плоскости, то сборку их без постели, на ровной площадке, производят путем установки временных лекал, изготовленных по шаблонам с плаза закрепленных на площадке.

#### § 76. СБОРКА И СВАРКА БЛОК-СЕКЦИИ И НАДСТРОЕК

Блок-секции средней части и оконечностей судна собирают из отдельных узлов и секций.

В носовую блок-секцию корпуса судна обычно входит форштевень, а в кормовую — ахтерштевень.

Блок-секции собирают из отдельных секций в специальных остелях, если они имеют кривые очертания, или на ровной площадке (например блок-секции средней части).

Блок-секции средней части судна собирают в таком порядке.

На днищевую секцию сначала устанавливают поперечные переборки, затем скуловые секции, после них — бортовые секции и в последнюю очередь палубные секции (см. рис. 134). После этого устанавливают детали слесарно-монтажного насыщения, сваривают монтажные пазы и производят испытание замкнутых отсеков на непроницаемость.

Блок-секцию носовой оконечности судна, которая состоит из илевой и бортовых подсекций наружной обшивки правого и левого бортов, платформы, нижней и верхней палуб и поперечных переборок между палубами и платформой, собирают в следующем порядке (рис. 165).

Подсекции—килевую, бортовые и верхней палубы—собирают предварительно на постелях, так как они имеют криволинейные очертания, а платформу, нижнюю палубу и переборки — на ровной площадке.

Подсекции собирают в блок-секцию в такой последовательности. На килевую подсекцию, находящуюся в постели, устанавливают сначала бортовую подсекцию наружной обшивки одного борта, которая опирается на подставленную специальную постель, представляющую собой две колонки с лекалами соответствующей кривизны.

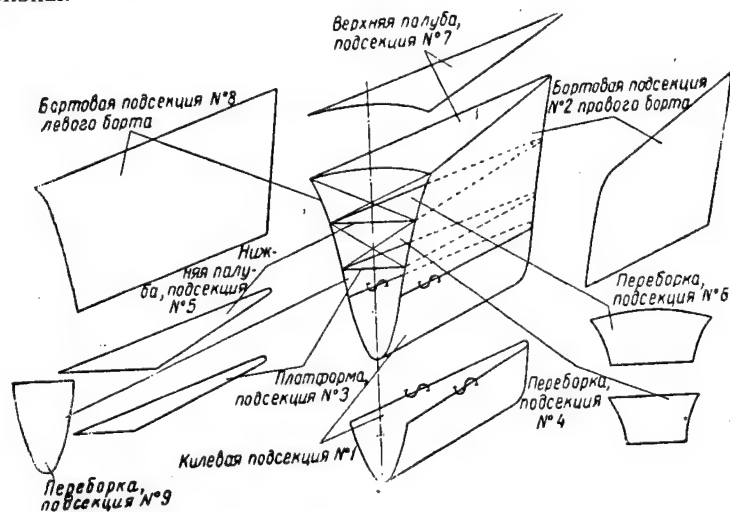


Рис. 165. Последовательность сборки блок-секции носовой оконечности судна

Затем ставят платформу и нижнюю палубу. После установки поперечной переборки между нижней и верхней палубами ставят подсекцию верхней палубы. После этого устанавливают подсекцию наружной обшивки другого борта.

За этим следуют общая сварка подсекций, установка слесарнс монтажного и другого насыщения, испытание отсеков, контуровки и сдача блок-секции контрольному мастеру.

Блок-секцию надстройки (рис. 166) собирают вместе с палубой на которой она стоит, или без нее. В последнем случае ее собирают на постели особой конструкции, состоящей из узкого лист высотой до 200 мм с подкреплениями в виде книц или ребер жесткости. Постель устанавливают на ровную металлическую площадку. Она имеет такие же очертания, как и нижняя часть надстройки при палубе (см. рис. 166, а).

При больших размерах надстройки ее собирают из отдельных подсекций, представляющих собой плоские стенки и настилы (см. рис. 166, б).

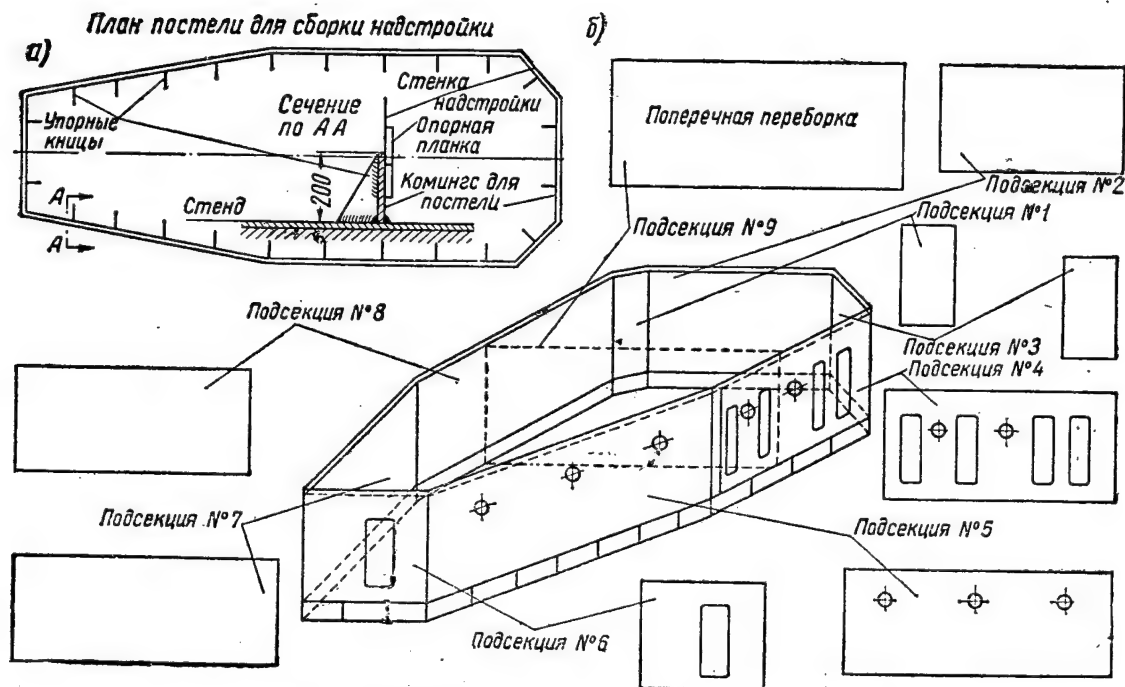


Рис. 166. Сборка блок-секции надстройки из отдельных подсекций

При многоярусной конструкции надстройки сначала устанавливают стенки первого яруса, а на них — настил этого яруса, таким же образом собирают второй ярус с настилом и т. д.

Блок-секцию надстройки для небольших судов собирают вместе с находящимися на ней рубками, полностью собранными и сваренными.

При изготовлении блок-секций надстроек с палубой производят испытание их на непроницаемость, после чего на них устанавливают, кроме слесарно-монтажного насыщения, также оборудование, изоляцию стенок и даже мебель и частично окрашивают помещения.

#### § 77. СБОРКА И СВАРКА ФУНДАМЕНТОВ

Детали продольных стенок и поперечных бракет фундаментов поступают на сборку с припуском около 25—30 мм по притыкающимся кромкам для подгонки по месту к настилу второго дна, палубам или переборкам.

Сборку сложных фундаментов производят на ровной сборной площадке или плите по шаблонам или по разбивке плаза.

Сначала собирают и сваривают узлы фундамента, состоящие из балок таврового профиля, из которых собирают отдельные стенки фундамента.

Так как фундамент состоит из отдельных деталей с большим количеством сварных швов различных направлений, то после полной сварки фундаменты могут получить коробление и бухтины, которые необходимо выправить или, как говорят, рихтовать.

Верхние опорные планки, на которых устанавливают механизмы, должны быть особенно ровными.

Коробление фундаментов устраняют путем общего нагрева и в печи с последующей правкой на плите.

Другим способом правки является местный нагрев бракет верхних планок и удаление бухтин при помощи гладилки и кувалды.

Если фундамент попадает на монтажные стыки и пазы секций, т. е. входит в несколько секций, его не устанавливают на секции, а подают в стапельный цех отдельными стенками для соединения на судне. Не устанавливают на секции также фундаменты, которые связаны с линией вала. Остальные фундаменты после полного изготовления устанавливают на секции.

Для примера ниже приводится описание сборки фундаментов под паровые котлы (рис. 167). Этот фундамент состоит из длинных продольных листов, коротких поперечных бракет, верхних опорных планок, находящихся в одной горизонтальной плоскости и книц с полосами жесткости. Продольные листы фундаментов расположены под углом друг к другу и имеют по нижним кромкам припуск для пригонки фундамента при установке его на второе дно.

Фундамент собирают на сборочной плите. Перед сборкой на плите производят разбивку фундамента по плазовым данным.

Фундамент собирают в такой последовательности.

1. Проверяют наличие на деталях клейм их приемки ОТК, а также основные размеры деталей по шаблонам с плаза.

2. Сборку фундамента производят в перевернутом положении, опорными планками вниз. Планки прихватывают к плите. По разбивке на плите по данным плаза устанавливают все поперечные бракетки и прижимают к планкам.

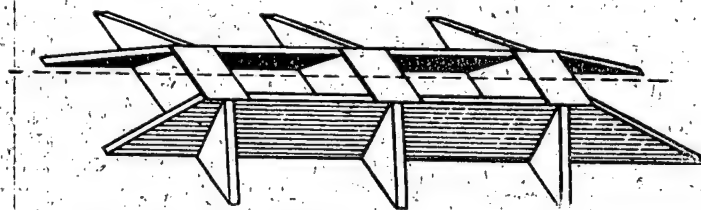


Рис. 167. Эскиз фундамента под паровые котлы

3. К бракеткам с двух сторон устанавливают и прихватывают продольные листы, проверяя положение их по плазу и по размеченным на них линиям мест приварки бракет.

4. Положение опорных планок в одной горизонтальной плоскости на продольных листах и поперечных бракетах достигается плотным прижатием их к поверхности плиты.

5. В первую очередь сваривают все вертикальные швы фундамента, соединяющие продольные листы с поперечными бракетами, затем приваривают ребра и кницы и, наконец, приваривают бракетки к верхним опорным планкам, которые остаются приваренными к плите на прихватках.

6. После окончания сварки и полного остывания фундамента прихватки верхних планок срубают, фундамент кантуют опорными планками вверх, т. е. в нормальное положение, и при необходимости производят рихтовку.

7. Проверяют размеры фундамента и форму его по шаблонам по плазу. После проверки фундамент предъявляют контрольному мастеру, а затем отправляют для установки на секцию или на тапель.

#### § 78. СБОРКА СЛОЖНЫХ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

К сложным судовым конструкциям сварного корпуса судна относятся различные патрубки, служащие для приема и отлива воды из отсеков, наружная обшивка с набором в районе выхода электропровода (так называемые выкружки наружной обшивки в районе гребного вала).

При сборке патрубка (рис. 168) необходимо учесть, что его форма должна соответствовать указанной в чертеже, а оси пло-



скостей верхнего и нижнего его оснований должны быть расположены правильно. Вследствие этого для упрощения работ по сборке и особенно по проверке изготавливают сборочный макет, на котором наносят оси патрубка и стыки листов.

Детали сложной кривизны, поступающие на сборку патрубка обычно гнут на плитах по шаблонам с плаза. Детали, имеющие двойную кривизну, должны иметь припуск до 30 мм по контуру. Сборку патрубка, состоящего из двух частей — верхней и нижней

производят в следующей последовательности:

1. Устанавливают на каркас на свои места стенки нижней части патрубка, обжимают по каркасу, закрепляют прихватками или струбцинами и производят наметку стыков.

2. Листы снимают и с них удаляют припуск, опять устанавливают их на свои места, обжимают по каркасу, намечают на них контрольные риски, после чего патрубок опять разъединяют: снимают с каркаса.

3. Соединяют листы нижней части патрубка по контрольным рискам, проверяя сборку и производят сварку

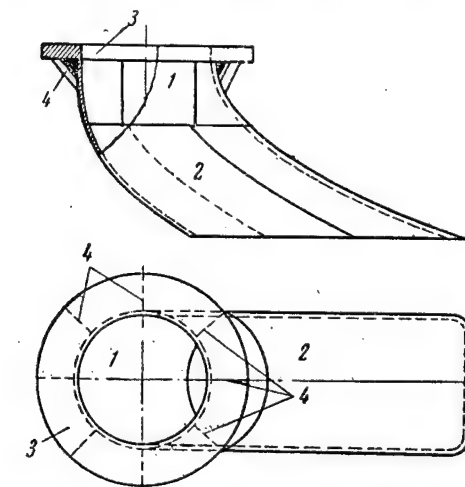


Рис. 168 Приемный патрубок:

1—верхняя часть, 2—нижняя часть, 3—кольцо, 4—кница (восемь штук)

4. Собранный часть патрубка правят легкой проковкой в районе швов.

5. Собирают верхнюю часть патрубка с кольцом. Вначале стыкуют по каркасу верхнюю часть патрубка без кольца и производят сварку ее, затем делают на плите разбивку кольца по данным плаза и укладывают его, прижимая к плите. На этом кольце намечают положение верхней части патрубка, устанавливают ее, подгоняют по кольцу подрубкой и приваривают. В последнюю очередь устанавливают и приваривают кницы под кольцо. Затем производят испытания сварных швов на плотность при помощи керосина.

Обычно верхнюю и нижнюю части патрубка для лучшей пригонки ко второму дну и обводам наружной обшивки соединяют при установке на секцию.

Сборка выкружек наружной обшивки корпуса судна является трудной операцией, так как они имеют сложную кривизну в поперечной и продольной плоскостях.

До последнего времени сборку выкружек производили непосредственно на стапеле из отдельных деталей.

В настоящее время сборку выкружек производят, как сборку отдельной секции, на специальной постели с поворотным приспособлением — кантователем. В этой постели-кантователе собирают обшивку в районе выкружек — от кронштейнов до мортиры гребного вала.

Конструкция постели-кантователя разъемная; она состоит из двух частей по ширине, чтобы можно было освободить секцию после сборки и сварки.

Сборку выкружек в этой постели-кантователе производят в таком порядке. На стапель укладывают листы обшивки выкружек согласно разметке пазов, нанесенной на лекала, закрепленных в кантователе, и плотно прижимают к лекалам. Затем производят электросварку всех пазов и стыков листов обшивки выкружек, для чего постель поворачивают в положение, удобное для сварки. Далее устанавливают весь поперечный набор, а затем приваривают его к листам, для чего кантователь снова поворачивают.

Для освобождения сваренной секции выкружек из постели-кантователя снимают верхние съемные части ее ведущих дисков и раму основания разбивают на две части, освобождая таким образом секцию.

Готовые секции выкружек правого и левого бортов подают на стапель с припуском 50 мм по кромкам, примыкающим к наружной обшивке, кронштейнам и мортирам.

#### **§ 79. СПОСОБЫ ПРОВЕРКИ И ПРИЕМКИ РАБОТ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СЕКЦИЙ**

В процессе изготовления секций для обеспечения качественного выполнения и получения чертежных размеров и плазовой формы их производится проверка и приемка работ по отдельным операциям. Выполненную работу предъявляет рабочий или бригадир вместе с мастером. Принимает работу контрольный приемщик или контрольный мастер ОТК. Ответственные работы принимают также представители Регистра СССР заказчика. Сдача и приемка работ оформляются в специальном журнале пооперационных приемок, в котором за предъявленные работы расписывается производственный мастер, а за приемку работ — контрольный мастер.

Кроме пооперационных приемок, в процессе сборки производится также окончательная приемка полностью изготовленных секций. После приемки на каждой секции набивают клеймо контрольного мастера, свидетельствующее о том, что секция изготовлена комплектно, соответствует размерам, указанным на чертеже, а также плазовым обводам, и если имеются отклонения, то они находятся в пределах, допускаемых техническими условиями для данного типа строящегося судна.

В качестве примера разберем работы, подлежащие сдаче путем проверки и приемки для днищевой объемной секции в средней части судна, изображенной на рис. 131, сборка которой описана в § 73.

1. При сборке листов наружной обшивки днища на постели под сварку проверке и приемке подлежат: а) поперечное смещение листов—установлением совпадения линии диаметральной плоскости, размеченной на листах, с линией диаметральной плоскости, нанесенной на лекалах постели; б) продольное смещение — совмещением монтажных стыков полотнища секции с соответствующими линиями, нанесенными на основании постели; в) плотность прилегания листов к лекалам постели; г) зазоры по пазам и стыкам листов по всей их длине — при помощи шупа; д) углы разделки кромок — шаблонами.

2. Перед сваркой полотнища наружной обшивки проверке и приемке подлежит закрепление листов согласно технологическому процессу. Проверка и приемка всех сварных швов производится в соответствии с инструкцией по контролю качества сварки для данного судна.

3. Проверка и приемка разметки линий установки набора и деталей слесарно-монтажного насыщения секции производится по рейкам продольных и поперечных растяжек и по данным чертежа — при помощи рулетки и метра.

4. В процессе установки набора проверке и приемке подлежат: а) смещение набора относительно линий разметки — при помощи метра;

б) зазоры в соединениях набора и между набором и полотнищем — при помощи шупа;

в) правильность положения набора на вертикальность или по уклону — при помощи отвеса, угольника, малки или шаблона.

5. Перед сваркой проверке и приемке подлежит закрепление продольного набора к поперечному и продольного и поперечного набора — к полотнищу обшивки в соответствии с указаниями технологического процесса. Все сварочные швы проверяют и принимают по инструкции контроля качества сварки для данного судна.

6. При установке на набор изготавливаемой секции отдельно собранного и сваренного второго дна проверке и приемке подлежат:

а) смещение верхних кромок вертикального киля, стрингеров и флоров от соответствующих теоретических линий, нанесенных на внутренней стороне настила второго дна; проверка производится метром;

б) зазоры между верхними кромками набора и полотнищем второго дна; проверка производится при помощи шупа.

7. При приварке набора к настилу второго дна проверке и приемке подлежит соответствие способов закрепления набора секции с полотнищем второго дна указаниям технологического процесса. Проверка и приемка сварных швов производится по инструкции контроля качества сварных швов.

8. При установке деталей слесарно-монтажного насыщения проверке и приемке подлежат: а) смещение деталей относительно линий разметки — при помощи метра; б) положение изделий относительно базовых контрольных линий: линии диаметральной

плоскости, основной линии, линии теоретического шпангоута или других контрольных линий. При этом проверяются расстояния от базовых контрольных линий до осей деталей насыщения. Проверка производится рейками, метром и рулеткой; в) зазоры между деталями насыщения и конструкциями секций — при помощи щупа.

9. Приварка изделий насыщения проверяется и принимается по инструкции по контролю качества сварки для данного судна.

10. При приемке фундаментов, установленных на секцию, проверке и приемке подлежат:

а) положение фундаментов относительно линий разметки — при помощи метра;

б) положение фундаментов относительно базовых контрольных линий — при помощи реек, метра и рулетки;

в) зазоры между нижними кромками фундаментов и плоскостями, на которых они расположены, — при помощи щупа;

г) совмещение продольных и поперечных связей фундамента с днищевым набором секции, расположенным под вторым дном.

Контроль качества всех сварных швов приваренного фундамента производится согласно инструкции.

11. После полного изготовления секции производится окончательная проверка и приемка ее контрольным мастером ОТК и представителями Регистра СССР и заказчика; проверке подлежат:

а) высоты и полушироты секций — на соответствие плазовым размерам, с отклонениями, допускаемыми техническими условиями. Замеры высот и полуширот секции производятся в трех сечениях — носовом, среднем и кормовом — с помощью реек, отвесов, рулетки и метра;

б) обводы секции по всем шпангоутам — при помощи шаблонов и реек. Эти замеры обводов заносят в таблицу паспорта секции;

в) комплектность секции, т. е. наличие на секции всех подлежащих установке деталей, узлов и изделий слесарно-монтажного насыщения, предусмотренных технологическим процессом и комплектационной ведомостью.

12. Проверяют книгу всех пооперационных приемок, которые производились в процессе сборки и сварки секций.

13. Если производились испытания замкнутых отсеков секции на непроницаемость, то проверяют документацию результатов испытаний в соответствии со специальной инструкцией по испытанию непроницаемости и ГОСТ 3285—55.

14. После окончания приемки заполняют паспорт секции, в который заносятся результаты замеров секции с указанием всех отступлений от плазовых обводов, чертежных размеров, а также другие замечания. Паспорт подписывают: начальник производственного участка, контрольный мастер и представитель заказчика.

Аналогичные проверка и приемка производятся и для других плоскостных и объемных секций судна.

**§ 80. УКОРОЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СЕКЦИЙ  
В РЕЗУЛЬТАТЕ СВАРКИ**

Значение сварочных деформаций в процессе изготовления судовых конструкций очень велико. Достаточно сказать, что часто операции по устранению деформаций конструкции не менее трудоемки, чем сборочно-сварочные работы. Иногда устранить деформации готовой секции или узла вообще невозможно.

В результате сварочных деформаций происходит укорочение размеров листовых конструкций.

Ввиду отсутствия расчетного метода определения сварочных деформаций и величин укорочения элементов судовых конструкций последние приходится изготавливать с технологическими припусками. В результате этого при монтажной сборке секций из узлов или корпуса судна из секций приходится «пригонять» монтажные соединения, производить причерчивание и подрубку конструкций по месту, что вызывает большие затраты рабочего времени. Вместе с тем значительное укорочение корпусных конструкций после сварки не позволяет отказаться от технологических припусков.

Ниже приводятся описание деформаций и величины укорочений отдельных связей секций, вызванных сваркой и замеренных для трех однотипных судов одной серии.

В качестве примера приняты: днищевая секция со вторым дном в средней части судна (см. рис. 131) и скуловая секция (см. рис. 132).

Скуловая секция имеет 4 пояса наружной обшивки, нижнюю палубу и продольную бортовую переборку, расположенную нижней частью на настиле второго дна. Продольный набор секции состоит из двух стрингеров и ребер жесткости, поперечный набор — из проницаемых флоров, расположенных между стрингерами, шпангоутов, установленных выше крайнего стрингера, и непроницаемых полупереборок — между нижней палубой и стрингером.

Вертикальный киль и стрингеры днищевой секции состоят по длине из трех листов (см. рис. 155, а); к ним привариваются с двух сторон с катетом шва в 5 мм флоры так, что образуются крестообразные соединения с четырьмя вертикальными швами. По длине вертикального киля и стрингеров устанавливаются 10 линий флоров.

Сварка стыков и пазов листов наружной обшивки, второго дна, продольных переборок и нижней палубы выполнялась автоматом, без разделки кромок. Все остальные швы сваривали вручную, в один проход. Вертикальный киль, стрингеры, флоры, продольная переборка и нижняя палуба поступали на секционную сборку в виде готовых узлов. Последовательность сборки и сварки днищевой секции была приведена в § 73.

После сварки 10 крестообразных и двух стыковых соединений оказалось, что в результате усадки произошло уменьшение длины

вертикального киля на двух одинаковых секциях на 19 мм и на такой же третьей секции — на 21 мм; длина первого стрингера правого и левого бортов уменьшилась на 28—30 мм, а второго стрингера — на 24—26 мм. Стрингеры скуловой секции получили большие укорочения, чем стрингеры днищевой секции, ввиду большего количества сварных соединений.

Наружная обшивка днищевой секции (см. рис. 131) в результате автоматической сварки только четырех пазов и двух стыков укоротилась по ширине на 2—3 мм, а по длине — на 1—1,5 мм.

Дальнейшая приварка к обшивке вертикального киля и стрингеров сплошными двусторонними швами и 10 продольных ребер жесткости прерывистыми швами привела к укорочению наружной обшивки по ширине на 9—10 мм.

Укорочение наружной обшивки в результате приварки всего поперечного набора (10 линий флоров) оказалось неравномерным по длине: в средней части, где толщина листов составляет 18 мм, — 6 мм, а у бортов, где толщина листов составляет 12 мм, — 10 мм.

Настил второго дна в результате приварки к нему продольного и поперечного набора укоротился по ширине на 17 мм. По длине укорочение было неодинаковым: в средней — части — 16 мм, а у бортов — 19 мм.

Укорочение пронизаемых и непронизаемых флоров, установленных вдоль монтажных пазов днищевой секции, вызвано приваркой их к стрингерам, наружной обшивке и настилу второго дна.

Замеры показали, что укорочение поперечного набора (флоров) достигает у второго дна 10 мм, а у наружной обшивки — 7 мм.

Такое неравномерное укорочение набора объясняется различными укорочениями обшивки и второго дна и деформацией секции в поперечных сечениях.

Указанные уменьшения размеров являются в основном результатом укорочения сварных швов в поперечном направлении.

Продольные укорочения швов мало сказываются на общем укорочении элементов секций.

#### **§ 81. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СУДОСБОРОЧНЫХ РАБОТАХ**

При выполнении судосборочных работ необходимо соблюдать следующие требования Правил техники безопасности.

1. Приступая к работе на секции или судне, необходимо проверить прочность и качество лесов, подмостей, трапов и ограждений.

Нельзя самому разбирать или ремонтировать леса. О неудовлетворительном их состоянии следует доложить мастеру или бригадиру.

Разобранные леса нельзя бросать, они должны быть положены на установленное место.

2. При сборке следует надежно устанавливать собираемые детали и узлы при помощи распорок и других креплений и немедленно после установки закреплять электроприхватками, болтами, талрепами и т. д. Нельзя оставлять детали, узлы и конструкции в неустойчивом положении, так как они могут упасть.
3. Нельзя оставлять в отверстиях собранных деталей сборочные болты без гаек или с незавинченными гайками.
4. При навеске листов наружной обшивки или при установке плоскостных секций не следует ходить или стоять под висящими листами.
5. При установке продольных и поперечных переборок их надо поддерживать растяжками или талрепами.
6. Подпалубный набор надо устанавливать и закреплять с подмостей.
7. При установке настилов (второго дна, палуб, платформ) к концу рабочего дня на секции (или на судне) не должно оставаться поставленных на место, но не закрепленных деталей.
8. При установке на секции штевней, мортир, кронштейнов, рулей и т. д. для закрепления их надо применять упоры, подставки, блоки.
9. Подниматься на собранную секцию (на судно) или спускаться с нее надо только по лестницам, держась за перила.
10. При работе на высоте следует предупреждать об этом лиц, находящихся выше и ниже места работы.
11. Нельзя оставлять на высоте незакрепленные детали и предметы.
12. При рубке, зачистке заусениц, чистке швов от шлака следует надевать защитные очки.
13. При обрубке кромок надо рассчитывать, куда полетят стружки, и принять меры к тому, чтобы они не попали в находящихся вблизи людей.
14. При работе в отсеках секции, блок-секции (или судна) следует пользоваться для освещения 12-вольтовой электрической лампочкой с предохранительной сеткой и шнуром с исправной изоляцией.
15. Следует убедиться в надежности приварки вспомогательных обухов, скоб и т. п., служащих для подтягивания и скрепления деталей, секций и пр.
16. Нельзя сбрасывать с секций (или с судна) отходы, оставшийся материал, инструмент и т. д. Крупные тяжелые предметы надо снимать краном; мелкие предметы надо предварительно укладывать в ящики для подачи на кран.
17. Нельзя приступать к сборочным, сварочным и другим работам в секциях до того, как они будут окончательно установлены на место и закреплены, а также в секциях, поддерживаемых на весу кранами.
18. При сборке под сварку нельзя применять в качестве грузов, накладываемых на листы для устранения коробления, случайные



тяжелые предметы. Для этого надо пользоваться только специальными грузами установленного веса с приспособлениями для их стропления и перемещения.

19. Поворотные кантователи должны иметь ограждения, чтобы не задевать работающих, и надежные стопорные и тормозные устройства.

20. Секции, устанавливаемые в кантователи, должны быть закреплены в них согласно инструкциям под руководством ответственных лиц.

21. Перед поворотом секции в кантователе следует внимательно осмотреть ее и закрепить все предметы, которые могут упасть при повороте, а также убедиться в том, что внутри секции или кантователя нет людей.

22. Перед испытанием отсеков секции (или судна) наливом воды или нагнетанием воздуха и перед закрыванием горловин следует проверить, нет ли в отсеках людей.

23. Горловины отсеков надо закрывать обязательно в присутствии лица, производившего осмотр отсеков.

Кроме того, при судосборочных работах надо соблюдать правила техники безопасности для тех работ, которые выполняются одновременно со сборочными работами на секции (например, электросварка, рубка и др.).

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На какие узлы и секции разбивается корпус судна?
2. В чем состоит предварительная секционная сборка и сварка? Каковы ее преимущества?
3. Опишите устройство сборочно-сварочного цеха.
4. Какие общие требования предъявляются к сборке конструкций для сварки?
5. Как производится сборка под автоматическую сварку и под сварку ручную?
6. Как производится сборка и сварка конструкции из тонколистовой стали?
7. Что такое эластичное сборочное соединение? Каково его устройство и для чего оно применяется?
8. Как устроена флюсовая подушка для автоматической сварки?
9. Как устроен электромагнитный стенд с флюсовой подушкой и как производится на нем сборка и электросварка полотнищ?
10. Что понимается под теоретической линией? Перечислите теоретические линии элементов набора корпуса судна. Как откладываются толщины элементов набора от теоретических линий?
11. Расскажите о припусках на обработку и сборку деталей и секций корпуса судна.
12. Какая технологическая документация необходима для изготовления секций корпуса судна?
13. Какие Вы знаете узлы и как производится их сборка? Какие основные требования должны быть при этом соблюдены?
14. Опишите процесс сборки и сварки непроницаемых и проницаемых флоров.
15. Расскажите, как производится сборка и сварка балок таврового сечения прямолинейных и криволинейных? Какие для этого применяются кондукторы, станки, установки?

16. Как производится сборка объемной днищевой секции в средней части корпуса судна?
17. Как производится сборка поперечной переборки?
18. Как производится сборка секции верхней палубы?
19. Какова последовательность сборки и сварки блок-секций надстройки?
20. Расскажите о процессе сборки и сварки фундамента.
21. Каков технологический процесс сборки патрубка?
22. Расскажите о технологическом процессе сборки секций выкружек наружной обшивки гребного вала.
23. Как собирают объемные секции оконечностей судна?
24. Расскажите о проверке и приемке работ при изготовлении секций.
25. Расскажите об укорочении элементов набора при сварке. Какие меры принимаются, чтобы предотвратить укорочение?
26. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при выполнении судовых сборочных работ?

## Глава IX

### УСТРОЙСТВО СТАПЕЛЕЙ

#### § 82. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ СТАПЕЛЕЙ

Стапелем, или стапельным местом, называется оборудованная площадка, служащая для постройки судна и для последующего спуска его на воду.

Для возможности сборки корпуса судна стапель оборудован опорными устройствами, к которым относятся кильблоки, клетки, подставы и упоры, а также грузоподъемными кранами.

В зависимости от способа перемещения судна при спуске на воду стапельные места бывают с естественным или искусственным (принудительным) спуском.

Естественный способ спуска заключается в том, что построенное судно всплывает в месте постройки и выводится для достройки. Суда строят на ровных затопляемых участках или в специально устроенных углублениях, называемых судоямами. Обычно затопление стапельного места или подъем уровня воды в нем для всплытия судна происходит при весенних и осенних паводках на реках или при приливах на морях.

Искусственный (или принудительный) способ спуска на воду применяют для судов, построенных на специально изготовленных стапелях.

В зависимости от расположения судна при постройке различают:

- 1) стапели, на которых суда находятся в горизонтальном положении; к ним относятся поперечные стапели, сухие доки и слипы;
- 2) стапели, на которых суда находятся в наклонном положении; к ним относятся продольные стапели.

Постройка судов первым способом имеет то преимущество, что в этом случае удобнее производить сборку корпуса и проверочные работы.

### § 83. ПРОДОЛЬНЫЙ СТАПЕЛЬ

Продольный стапель представляет собой сооружение с наклонной плоскостью, на которой закладывается и строится судно и по которой оно спускается затем на воду носом или кормой. Продольная ось стапеля направлена перпендикулярно или под небольшим углом к береговой линии.

Стапели бывают железобетонные или металлические — для крупных судов и деревянные — для небольших судов. Стапель опирается на бетонную или каменную площадку или на деревянные сваи.

Уклон стапеля принимается в зависимости от веса строящегося на нем судна: чем меньше вес судна, тем уклон его должен быть больше. Уклон нужен для того, чтобы судно могло быть спущено на воду под действием своей силы тяжести по наклонным спусковым дорожкам. Уклон стапеля принимается от  $1/12$  до  $1/30$ , т. е. от 80 до 35 мм на 1 пог. м длины. На рис. 169,а показано продольное сечение наклонного стапеля, а на рис. 169,б — поперечное.

Стапель состоит из надводной и подводной частей, называемых надводным и подводным фундаментами.

В подводной части стапель оканчивается с обеих сторон дамбами, которые возвышаются над уровнем воды.

Концы дамб и подводного стапеля, находящиеся в воде, составляют так называемые ворота стапеля.

Нижняя часть подводного стапеля называется порогом стапеля.

При постройке на стапеле судно опирается на кильблоки, расположенные в его диаметральной плоскости, а также на клетки и упоры, находящиеся с левого и правого бортов судна.

Для спуска судна на воду стапели имеют спусковые дорожки (рис. 169,в), идущие параллельно друг другу вдоль судна. Таких дорожек в большинстве случаев бывает две (для спуска широких и тяжелых судов применяют три и даже четыре дорожки). Спусковые дорожки изготовляют из сосновых брусьев, которые кладут на деревянное или железобетонное основание стапеля. Поверх сосновых брусьев иногда делают ровный настил из дубовых досок, по которому движутся салазки с судном при спуске. По боковым граням спусковых дорожек устанавливают направляющие брусья, которые называются спусковыми рыбинами: они не дают салазкам с судном сойти со спусковых дорожек. С наружной стороны спусковая рыбина подкрепляется толстым брусом, который называется бабкой.

Перед спуском судна на воду спусковые дорожки насаливают для уменьшения трения. Для возможности насаливания дорожки в подводной части стапеля ее делают наплавной. Благодаря этому ее можно поднять над водой краном или она всплывает после освобождения от грузов, с помощью которых она была затоплена. Затем, после насаливания, ее опять опускают под воду.

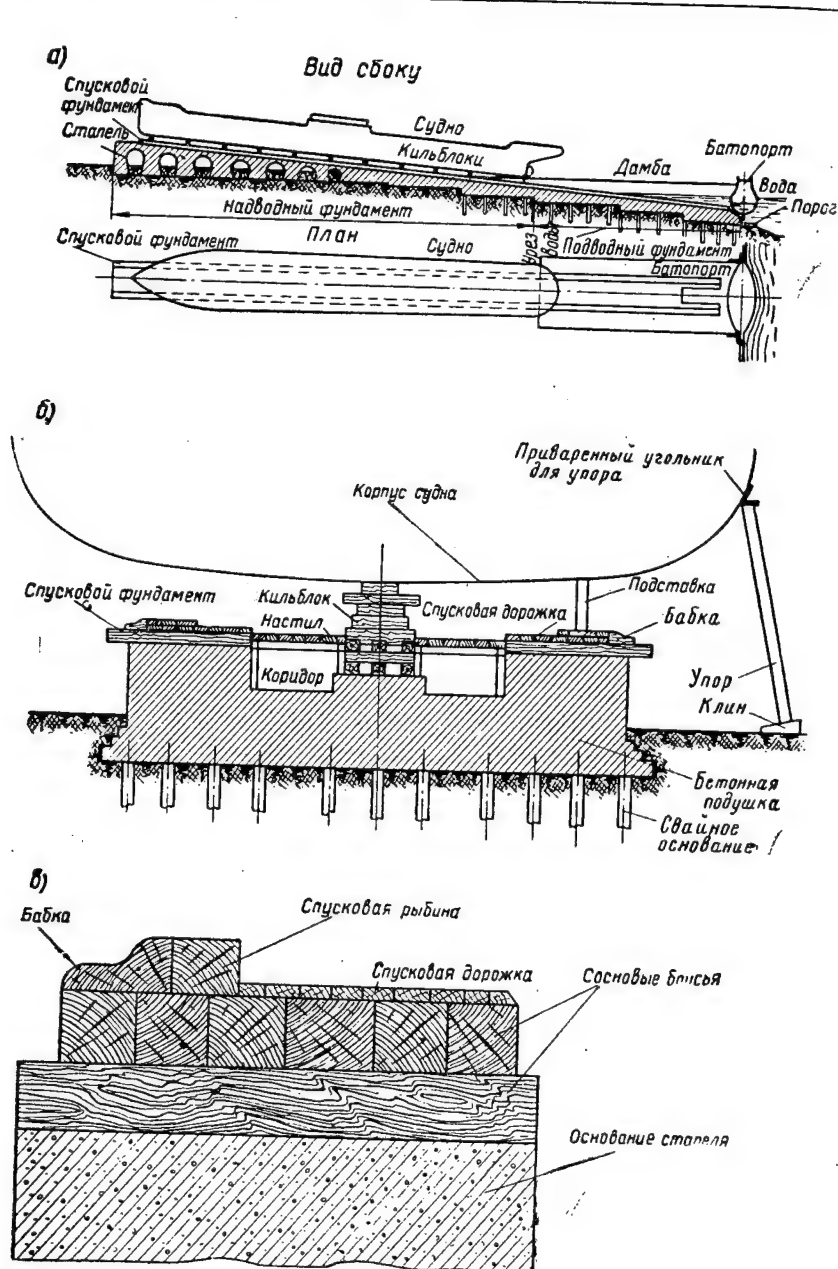


Рис. 169. Продольный наклонный стапель

Если подводная часть стапеля не наплавная, то для возможности насаливания его дорожек в воротах стапеля, устанавливают батопорт, который представляет собой плавающее сооружение, устанавливаемое над порогом стапеля и отделяющее после его затопления подводную часть стапеля от остальной акватории, или строят в воротах стапеля перемышку, после чего откачивают воду над его подводной частью. Продольные стапели бывают открытые или с перекрытием, а иногда и со стенами. В последнем случае они называются эллингами.

#### § 84. ПОПЕРЕЧНЫЙ, ИЛИ БОКОВОЙ, СТАПЕЛЬ

На поперечном стапеле строящиеся суда устанавливают параллельно береговой линии, причем спуск их производится боком.

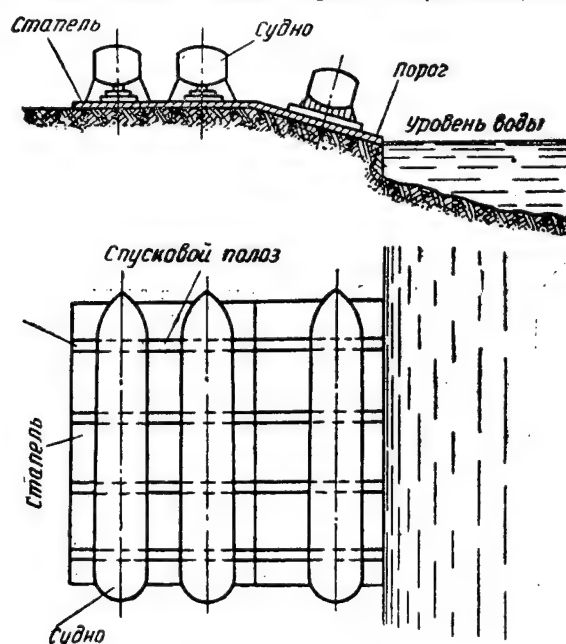


Рис. 170. Схема поперечного стапеля

Обычно на таком стапеле судно строят в горизонтальном положении на кильблоках и клетках (рис. 170). На поперечном стапеле имеется несколько наклонных спусковых полозьев, число которых принимается в зависимости от длины судна и бывает от двух до десяти, а для длинных судов — еще больше.

Все полозья должны находиться в одной наклонной плоскости и быть параллельными друг другу. Уклон полозьев принимается от  $1/10$  до  $1/12$ , т. е. от 100 до 80 мм на 1 пог. м длины стапеля.

Поперечные стапели применяются преимущественно при постройке речных и небольших морских судов.

### § 85. СУДОЯМЫ

Судояма (рис. 171) представляет собой котлован, в котором находятся стапельные места. Этот котлован на некоторое время, при весеннем паводке, заливается водой, построенное судно всплывает и переводится к достроечной набережной.

Иногда судояма имеет перемычку, защищающую ее от несвоевременного заполнения водой.

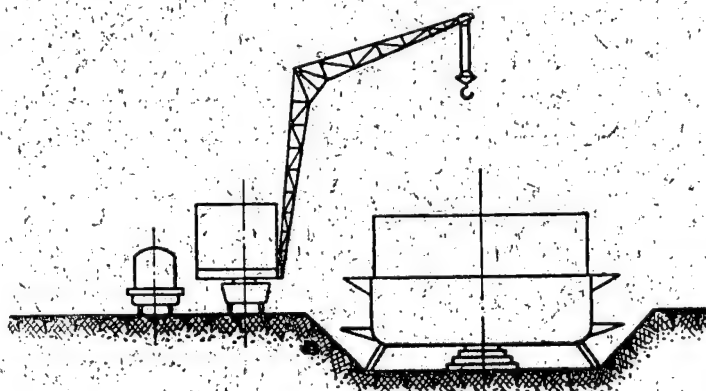


Рис. 171. Стапельное место в судояме

В судояме корпус судна строят в горизонтальном положении на кильблоках под открытым небом. Стапельные места обслуживаются кранами.

К преимуществам постройки судов в судоямах относятся удобство сборки корпуса судна в горизонтальном положении и низкая стоимость постройки судоямы как стапельного места.

Недостатком судоямы является то, что она заполняется водой и в течение продолжительного времени не может быть использована.

### § 86. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ДОКИ

Строительный док (рис. 172) представляет собой стапельное место, расположенное в специально устроенном углублении в виде водонепроницаемого бассейна, стены которого облицованы бетоном, гранитом или другим материалом. Боковые стены дока делают наклонными, с уступами. В средней части по длине дна дока бетонное основание имеет большую толщину и служит для установки кильблоков.

Строительный док сообщается с рекой или морем; во время постройки судна устанавливают специальный затвор в виде ворот или батопорта, отделяющих котлован от остальной акватории.

Доки обслуживаются кранами. Судно строят в горизонтальном положении и устанавливают вдоль дока.

По окончании постройки док заполняют водой, судно всплывает, батопорт отводят и судно выводят из дока.

В холодных местностях строительные доки строят закрытыми.

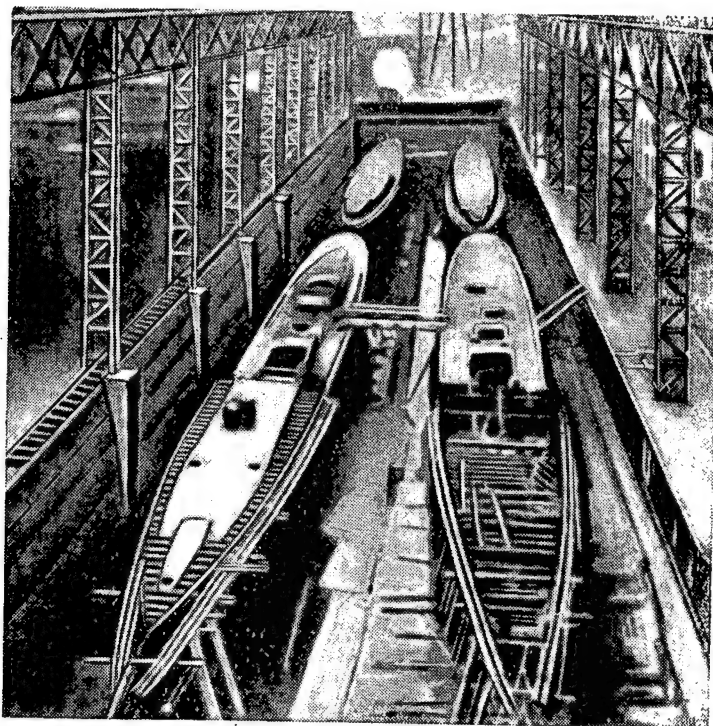


Рис. 172. Строительный док

#### § 87. СЛИПЫ

С л и п о м называется стапельное место, на котором суда строят на горизонтальной площадке; спуск их производится по наклонной плоскости на тележках, передвигаемых по рельсам при помощи мощных лебедок и стальных тросов.

Слипы бывают поперечные, если судно спускают на воду боком, и продольные, если судно спускают на воду носом или кормой.

Когда корпус судна построен, под него подводят тележки, на которых он перемещается со своего стапельного места на наклонную спусковую дорожку и по рельсам входит в воду. После всплы-



тия судно освобождают от тележек и отводят на достроечное место, а тележки вытаскивают из воды.

Уклон спусковых дорожек слипа обычно равен  $1/5—1/10$ , т. е. от 200 до 100 мм на 1 пог. м его длины.

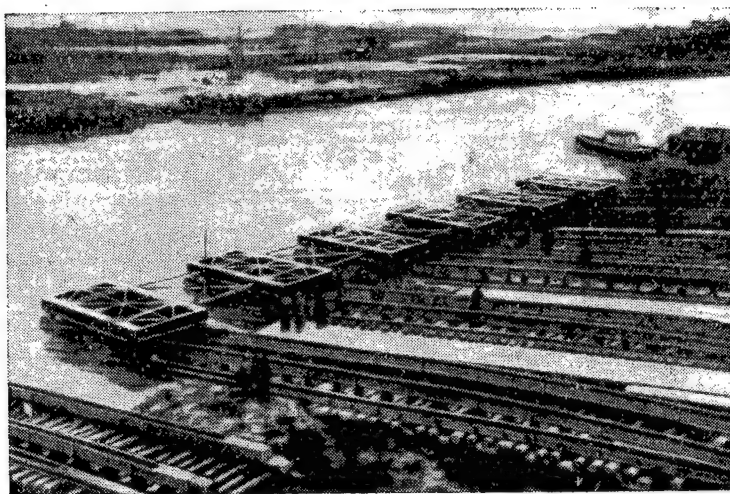


Рис. 173. Наклонные спусковые дорожки и спусковые тележки слипа

Поперечные слипы получили широкое применение. Они бывают двусторонние, если стапельные места находятся с обеих сторон спусковой дорожки, и односторонние, если эти места находятся только с одной стороны.

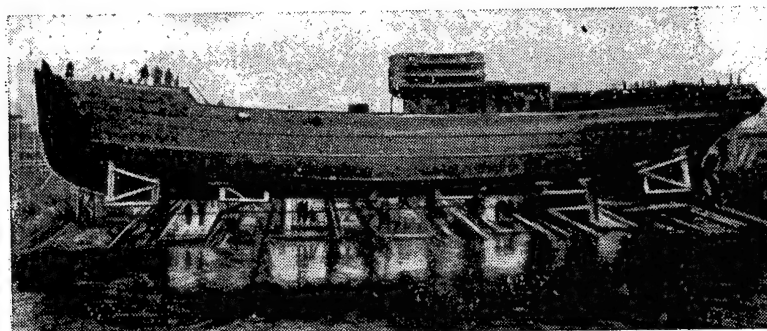


Рис. 174. Спуск судна со слипа на тележках

На рис. 173 показаны наклонные спусковые дорожки слипа, а на рис. 174 — спуск судна на тележках.

На слипах обычно строят суда небольших и средних размеров.

#### § 88. ПОСТРОЙКА СУДОВ НА ПОДВИЖНЫХ СТАПЕЛЯХ

В последнее время при постройке небольших судов одного типа в большом количестве применяют секционный способ постройки на специальных тележках или транспортерах, передвигающихся по рельсам в закрытом сборочно-сварочном цехе. Тележки, таким образом, являются подвижным стапельным местом для постройки судна.

На тележках закреплены кильблоки, имеющие форму поперечного сечения днищевой части судна, на которые устанавливают секции или блок-секции и в которых производят монтажные работы.

Тележки или транспортеры с отдельными секциями соединяют друг с другом по всей длине судна.

Постройка на тележках производится конвейерным способом.

Обычно с последней позиции конвейера уходит почти совсем готовое судно, которое на соединенных друг с другом тележках выводят на спусковое устройство и спускают на воду по рельсовым путям или при помощи крана.

После спуска на воду на судне остается произвести только небольшие достроечные работы.

#### § 89. ЛЕСА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА СТАПЕЛЯХ

Для возможности постройки корпуса судна на стапеле, доступа ко всем соединяемым частям и удобного сообщения между судном и территорией завода вокруг строящегося судна сооружают леса.

В зависимости от высоты борта судна леса делают в несколько ярусов, причем ширина настила их бывает от 1 до 1,5 м, а высота между ярусами — около 2,5 м.

Все ярусы лесов имеют ограждения — перила.

Настил лесов делают плотным, без зазоров, а трапы или сходни с одного яруса на другой ограждают прочными поручнями.

Устройство лесов должно быть таким, чтобы обеспечивались безопасность и удобство выполнения работ и, кроме того, не затруднялась погрузка кранами секций, механизмов и т. д. Кроме того, леса должны иметь такую конструкцию, чтобы их можно было быстро разобрать при спуске судна или выводе его из дока.

Леса, применяемые для работы на стапеле, бывают деревянные (рис. 175) или металлические (рис. 176), постоянные и временные.

В настоящее время обычно применяют металлические разборные леса, состоящие из ряда колонн, устанавливаемых вдоль бортов судна. Колонны связаны между собой горизонтальными балками, на которые настилают деревянный настил, состоящий из отдельных щитов стандартных размеров.

Такие леса прочны, легко разбираются при спуске судна и затем быстро восстанавливаются.

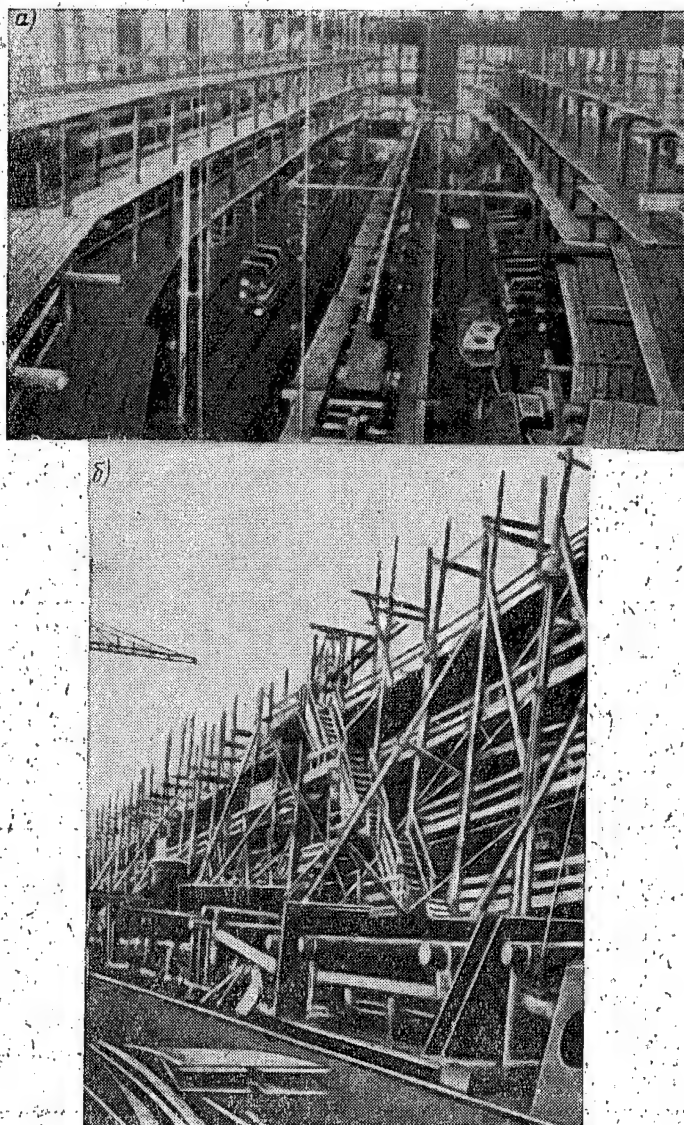


Рис. 175. Деревянные леса:  
а—вид с внутренней стороны судна, б—вид с наружной стороны судна.

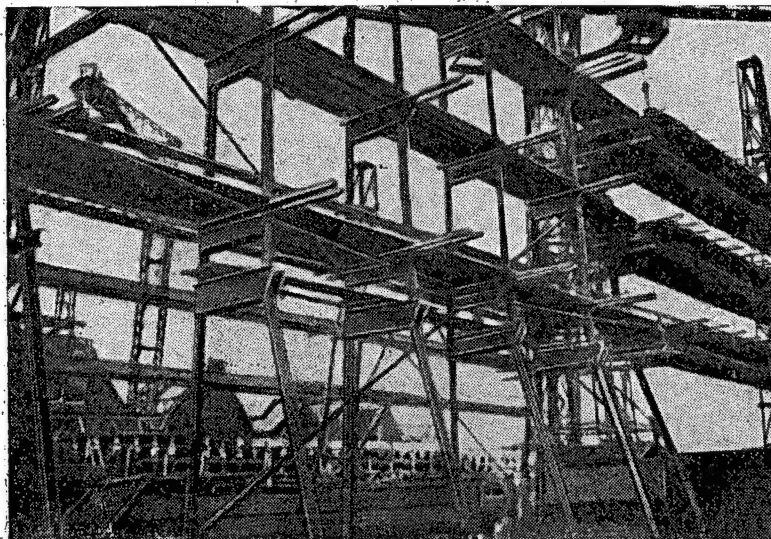


Рис. 176. Постоянные металлические леса

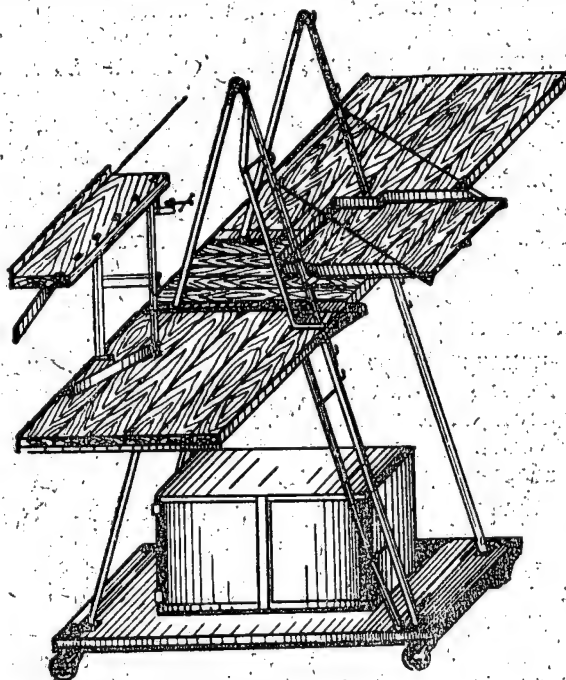


Рис. 177. Передвижные леса

Внутри строящихся судов леса устанавливают при необходимости по месту; они состоят из отдельных подвесных кронштейнов с деревянным настилом и ограждением.

При сборке секций или блок-секций в сборочно-сварочном цехе, если это нужно, устраивают металлические леса легкой конструкции с деревянным настилом.

При сборке корпусов судов на стапеле из отдельных блок-секций леса нужны не по всей длине судна, а только на некотором протяжении в районе соединения блок-секций по монтажным стыкам. Поэтому в настоящее время наружные стапельные леса для судов, собираемых из блок-секций, делают передвижными (рис. 177).

При применении специальных стапель-кондукторов для постройки корпуса судна из объемных и плоскостных секций наружные леса являются составной частью конструкции стапель-кондуктора.

#### § 90. СТАПЕЛЬ-КОНДУКТОР

При существующих способах постройки сварного корпуса судна на стапеле из секций количество подстав, упоров и клеток уменьшается по сравнению с применявшимся ранее при подетальном способе сборки судна, когда для поддержания отдельных связей устанавливали дополнительные упоры, а для обеспечения положения и уклона листов наружной обшивки на скулах и в оконечностях судна устраивали временные дощатые настилы и упоры.

При современной технологии постройки судна из секций к подготовке стапеля предъявляются другие требования.

При сборке необходимо обеспечить правильное положение секций, а также возможность передвигать их для стыкования вдоль и поперек стапеля, а иногда поднимать и опускать.

Для удовлетворения этих требований при сборке из секций судов небольших и средних размеров в настоящее время применяют так называемые стапель-кондукторы (рис. 178).

Стапель-кондуктор состоит из металлических башен, установленных с каждого борта судна, с лекальными частями, форма которых соответствует форме судна в определенных поперечных его сечениях. Лекальные части служат для определения положения секций при сборке корпуса судна.

Для установки секций и подготовки их к стыкованию в стапель-кондукторе предусмотрены подъемные средства в виде домкратов специальной конструкции, с помощью которых можно перемещать секции во всех направлениях до полного совпадения их монтажных стыков.

Обычно башни стапель-кондукторов устанавливают в районе монтажных стыков секций, что обеспечивает удобное и правильное сопряжение последних.

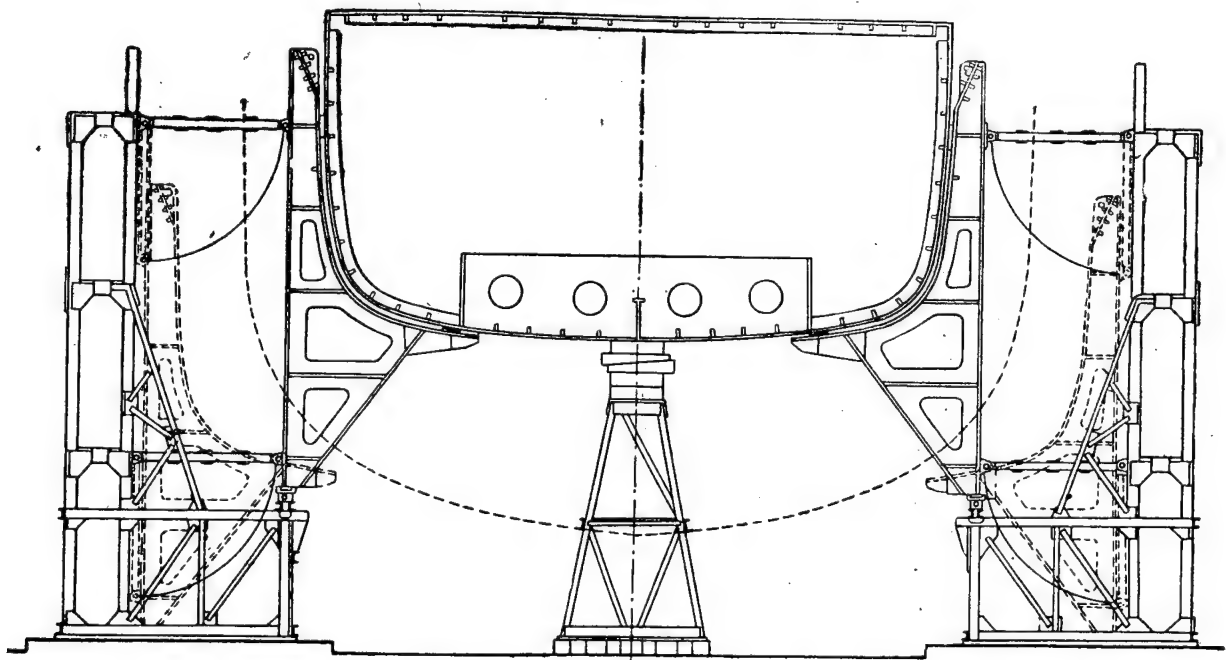


Рис. 178. Поперечное сечение стпель-кондуктора



При применении таких стапель-кондукторов почти нет необходимости в опорных устройствах: клетках, подставах и упорах (за исключением кильблоков).

Вследствие высокой стоимости такие стапельные устройства целесообразно применять только при массовой постройке однотипных судов небольших и средних размеров.

#### § 91. КРАНОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СТАПЕЛЕЙ

При постройке корпусов судов на стапельном месте секционным и блочно-секционным способами требуется крановое оборудование значительно большей грузоподъемности, чем при подетальном способе сборки судов.

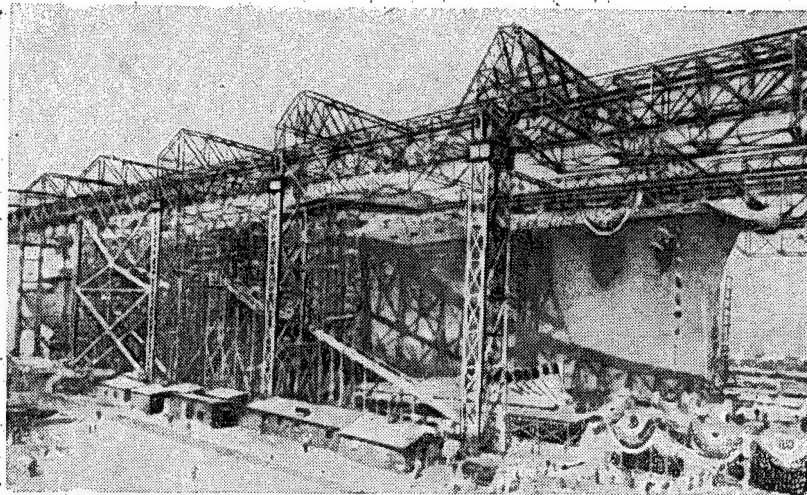


Рис. 179. Мостовые краны в эллинге

В зависимости от вида стапеля и размеров строящихся судов, способа подачи на стапель секций, оборудования и пр. применяют краны следующих типов: мостовые, краны-деррики, башенные, железнодорожные и травеллерные.

Мостовые краны (рис. 179) применяют обычно в эллингах и строительных доках. Они удобны в эксплуатации, но обычно имеют небольшую грузоподъемность.

Кран-деррик состоит из высокой мачты со стрелами. Мачты таких кранов для устойчивости имеют тросовые оттяжки. Вследствие сравнительно небольшой грузоподъемности и ограниченности участка обслуживания эти краны применяют редко.



Башенные краны (рис. 180) бывают стационарные и передвижные. Эти краны получили широкое применение на открытых наклонных стапелях. Ввиду большой высоты таких стапелей в головной части высота башенных кранов должна быть значительной, а это может привести к уменьшению их грузоподъемности. Для

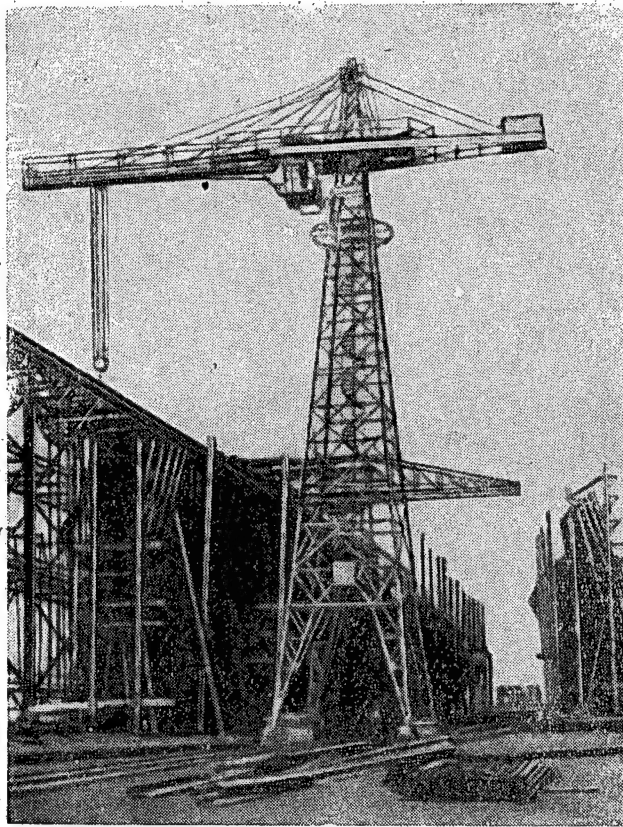


Рис. 180. Общий вид башенного крана

уменьшения высоты кранов их устанавливают на специальные эстакады, представляющие собой площадки на колоннах. На эстакадах краны передвигаются по рельсам.

Башенный кран эстакадного типа показан на рис. 181.

Железнодорожные краны (рис. 182) применяют при постройке небольших судов и судов средних размеров, обычно на горизонтальных стапелях.

Травеллерные краны (рис. 183) в последнее время получают широкое применение при постройке судов секционным способом,

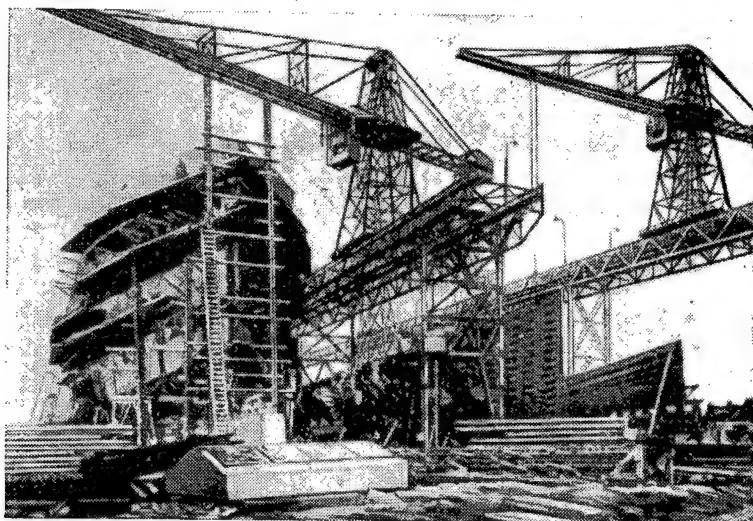


Рис. 181. Башенный кран эстакадного типа

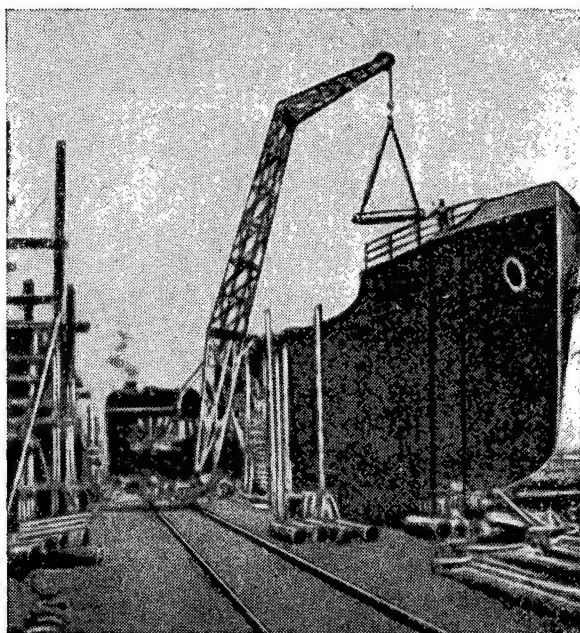


Рис. 182. Железнодорожный кран

при котором требуются краны большой грузоподъемности. Эти краны применяют в закрытых строительных доках, где суда строят в горизонтальном положении.

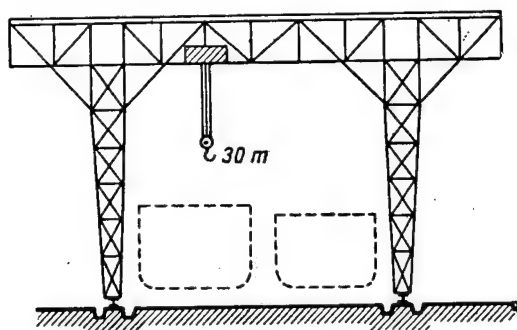


Рис. 183. Схема тавеллерного крана

Тавеллерные краны передвигаются по рельсам и обслуживают все участки строящегося судна.

Грузоподъемность тавеллерных кранов бывает большая — 100 т и более.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется стапелем или стапельным местом?
2. Какие виды стапелей Вы знаете?
3. Каково устройство продольного стапеля?
4. Расскажите об устройстве поперечного стапеля.
5. Расскажите о способе спуска судов на воду со слипа.
6. Расскажите о назначении и устройстве лесов на стапелях.
7. Какие типы кранов применяются при постройке судов?

### Глава X

#### ПРОВЕРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ПОСТРОЙКЕ КОРПУСА СУДНА

##### § 92. ЗНАЧЕНИЕ ПРОВЕРКИ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В различные периоды постройки судна в сборочно-сварочном цехе необходимо проверять правильность изготовления узлов, секций и блок-секций, а также корпуса судна в целом на стапеле.

Проверка является наиболее ответственной частью общей работы по сборке секций и корпуса судна.

Без разрешения проверяющего после сборки не разрешается начинать следующие за ней операции, например, сварку.

На стапеле бригада проверяющих должна все время следить за работой, выполняемой на судне, и систематически проверять

по плазовым данным размеры отдельных частей и всего корпуса судна в целом. Даже при правильной обработке деталей по шаблонам неправильная сборка может вызвать отклонения размеров узлов и секций от чертежных и плазовых размеров.

Поэтому проверочные работы выполняют от начала постройки до сдачи судна.

Цель и задачи проверки заключаются, таким образом, в том, чтобы фактические размеры и форма собираемых секций и корпуса судна в целом возможно более совпадали с плазовыми данными (с отклонениями, допускаемыми техническими условиями).

Проверочные работы выполняются также при дальнейших стадиях постройки судна—в процессе установки механизмов, котлов, при проведении линий гребного вала, монтаже судовых устройств, установке дымоходов, мачт и других работах.

#### § 93. ИНСТРУМЕНТ, ПРИМЕНЯЕМЫЙ ПРИ ПРОВЕРКЕ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Для проверочных работ применяют следующий инструмент: стальные рулетки и метры, линейки и угольники, вески, обыкновенные ватерпасы, уровни, шланговые ватерпасы, стеклины, уклонные шергени и доски и рейки.

Стальные рулетки применяют различной длины — 2, 5, 10, 25 м, а при обмерах больших длин применяют рулетки длиной 100 м.

Весок, или отвес, представляет собой тонкий шнур с подвешенным грузом в виде конуса; он служит для проверки вертикальности линий и плоскостей.

Обыкновенный и шланговый ватерпасы (см. рис. 113) служат для проверки горизонтальности линий и плоскостей конструкций.

Стеклинь — стальная проволока диаметром 1—1,5 мм, служащая для проведения прямых линий.

При помощи груза стеклинь натягивается между двумя точками до отказа над проводимой линией. Со стеклиня линия переносится на деталь или плоскость при помощи отпускаемых с него весков. После отметки точек под весками и соединения их между собой получают проводимую линию.

Шергеним и называются длинные прямые фугованные доски толщиной от 25 до 50 мм с точно обработанными сторонами.

Уклонный шергень (рис. 184,а) — фугованная доска небольшой длины с прямолинейными сторонами, из которых одна скошена по отношению к другой на угол, равный углу, образованному основной линией судна на стапеле с линией горизонта.

Уклонным шергеном пользуются для проверки на судне вертикальности линий и плоскостей конструкций.

Уклонная доска (рис. 184,б) представляет собой небольшую фугованную доску с параллельными сторонами. По ши-

длине доски проведена ее геометрическая ось, по которой расположен шнур с веском и от которой по обеим сторонам нанесен угол уклона основной линии судна на стапеле по отношению к горизонту. Уклонная доска служит также для проверки на судне вертикальности линий и плоскостей.

Рейки представляют собой сосновые бруски различной длины. Сечение прямых реек бывает от  $20 \times 20$  до  $40 \times 40$  мм. Гибкие рейки, которые приходится изгибать по кривым линиям, имеют сечение от  $5 \times 20$  до  $10 \times 60$  мм. На рейки наносят с плаза размеры по длине, высоте и полушироте судна и растяжки кривых линий.

#### § 94. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕРКИ СВАРНЫХ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

При клепаной конструкции корпуса судна после подготовки стапеля проверочные работы производили на нем и начинали с проверки укладки отдельных листов наружной обшивки днища в средней части; вся дальнейшая установка сборщиками продольного набора, переборок, бортовых шпангоутов, бимсов, настилов палуб и т. д. производилась с участием проверщиков. Проверщики при этом контролировали по плазовым данным правильность установки деталей и получившиеся обводы судна. При этом только с разрешения проверщиков можно было производить очередные операции, например, сверление разрешалось производить только после проверки правильности установки набора в определенном районе, клепку — после проверки обводов судна и т. д.

Электросварка изменила методы сборки судов на стапеле.

Объем стапельных работ при электросварке значительно уменьшился. Большая часть работ по постройке корпуса судна в настоящее время производится вне стапеля — в сборочно-сварочных цехах, здесь же производятся проверочные работы.

Особенность сварных конструкций заключается в том, что при сварке в них возникают усадочные деформации, которые проявляются в уменьшении размеров конструкций. Поэтому, как сказано выше, еще при разметке деталям, образующим контуры конструкций, дают припуски по контуру для компенсации усадок от сварки.

При сборке полотнищ для сварки их предварительно контуруют, т. е. проверяют их контурные размеры и величины припусков, и только после сварки стыков и пазов листов, когда вследствие усадочных напряжений размеры полотнища изменились, проверщики размечают теоретические линии установки набора.

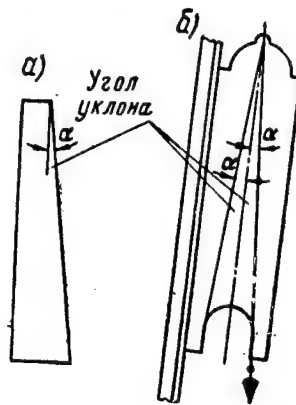


Рис. 184. Уклонный  
шнур и уклонная  
доска

В дальнейшем, в процессе приварки набора к полотнищу вторично происходит уменьшение его размеров. После полной сварки секций окончательно проверяют их основные размеры и форму по данным плаза. При этом намечают по контуру оставшийся припуск и удаляют его по некоторым сторонам, руководствуясь приложенной к технологическому процессу сборки схемой припусков при стапельной сборке, а остальные припуски снимают перед соединением секций на стапеле.

До приварки одной секции к другой необходимо проверить окончательную форму и контур собранной и сваренной секции и наметить на ней контрольные линии: линию диаметральной плоскости, ватерлинию и теоретические линии крайних шпангоутов.

Таким образом, для правильной сборки секций и соблюдения их плазовых размеров и формы в сборочно-сварочном цехе необходимо выполнить ряд проверочных работ.

Задачей проверщиков на стапельном месте является обеспечение правильного положения и стыкования отдельных секций и блок-секций в общий корпус судна, подготовка поверхностей фундаментов для установки механизмов, обеспечение правильного положения мортир, кронштейнов, проведение линий гребного вала и другие работы.

#### **§ 95. СПОСОБЫ СНЯТИЯ РАЗМЕРОВ С ПЛАЗА ДЛЯ ПРОВЕРКИ СЕКЦИЙ В ЦЕХЕ И КОРПУСА СУДНА НА СТАПЕЛЕ**

Правильность сборки узлов и секций в цехе, а также точность положения секций при соединении их в корпус судна на стапеле обычно проверяют по рейкам, на которые наносят необходимые размеры с плаза.

В зависимости от назначения различают:

1) рейки высот, которые применяют для измерения или проверки расстояний от основной плоскости судна (или плоскости ей параллельной) до точек, расположенных по высоте судна.

2) рейки полуширот, служащие для измерения или проверки расстояний от диаметральной плоскости или плоскости, ей параллельной, до точек, расположенных по горизонтали в поперечном сечении судна;

3) рейки длин, служащие для измерений или проверки расстояний от плоскости мидель-шпангоута или плоскости, ей параллельной, до точек, расположенных по длине судна в плоскостях, параллельных диаметральной и горизонтальной плоскостям.

Кроме этих трех основных реек, применяют также рейки поперечной растяжки для замеров расстояний от диаметральной плоскости или плоскости, ей параллельной, до точек, расположенных по кривой линии в поперечном сечении судна, и рейки продольной растяжки для замеров расстояний от плоскости мидель-шпангоута или плоскости, ей параллельной, до точек, расположенных по про-

дольным сечениям, не параллельным диаметральной или горизонтальной плоскости.

Размеры с плаза по высоте, например, размеры нижней кромки стрингера, снимают на рейку следующим образом (рис. 185).

Рейку кладут параллельно диаметральной плоскости корпуса судна, разбитого на плазе, и наносят на нее риску основной линии. Совмещая все время эту риску с основной линией, передвигают рейку параллельно диаметральной плоскости до точек пересечения нижней кромки стрингера со шпангоутами и последовательно переносят эти точки на рейку.

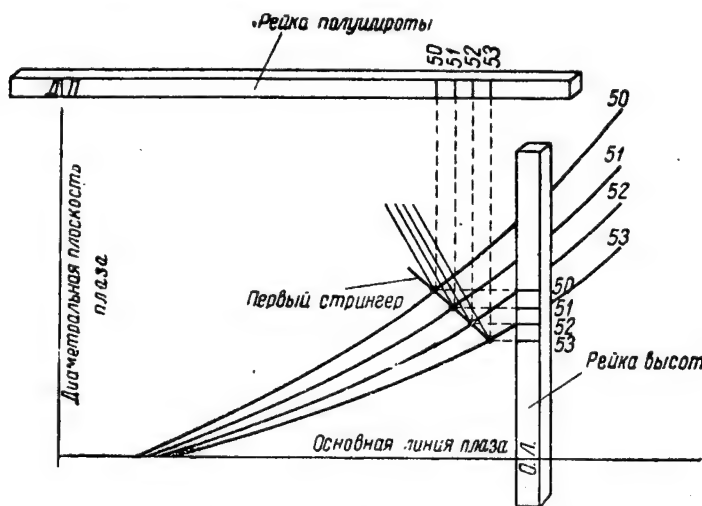


Рис. 185. Снятие с плаза рейки высоты и полушироты

Намеченные риски обозначают номерами шпангоутов, и на рейке делают отметку о ее назначении.

Для снятия размеров по полушироте той же нижней кромки стрингера поступают так же, как и для снятия размеров по высоте, с той только разницей, что рейку кладут параллельно основной линии и все время совмещают риску на рейке с диаметральной плоскостью (см. рис. 185).

Размеры по длине, например, по нижней кромке вертикального киля, переносят на рейку таким образом. Рейку кладут на проекцию «бок» плазового теоретического чертежа и с теоретических линий шпангоутов переносят на рейку риски, которые маркируют номерами соответствующих шпангоутов.

В качестве примера разработки рейки поперечной растяжки опишем снятие на рейку растяжки наружной обшивки (рис. 186).

Берут длинную плоскую гибкую рейку и огибают ее по кривой линии шпангоута на корпусе плазового теоретического чертежа.



Рейку прижимают грузами. На ней отмечают рисками точки пересечения линии шпангоута с диаметральной плоскостью, пазами наружной обшивки и стрингерами. Эту же операцию повторяют

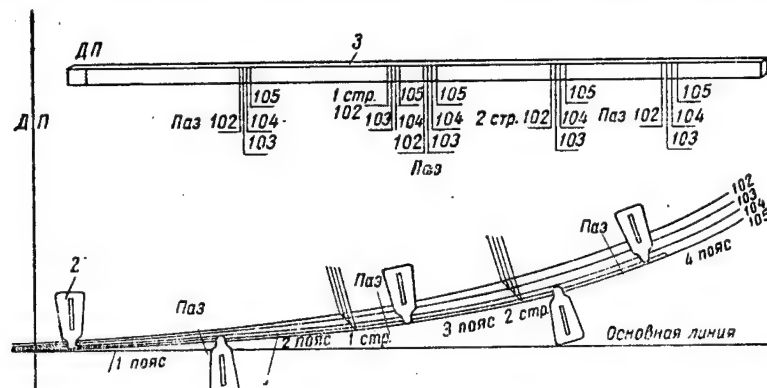


Рис. 186. Снятие с плаза рейки поперечной растяжки:  
1—приложенная рейка, 2—груз для прижатия рейки, 3—спрямленная рейка

для каждого шпангоута, совмещая каждый раз риску диаметральной плоскости на рейке с линией диаметральной плоскости на плазе.

Рейку поперечной растяжки наружной обшивки снимают два раза: один раз — для внутренней и второй — для наружной поверхности обшивки. Для последнего случая на плазовом корпусе проводят линии, параллельные линиям шпангоутов, на расстоянии, равном толщине обшивки, и к этим линиям прикладывают рейку.

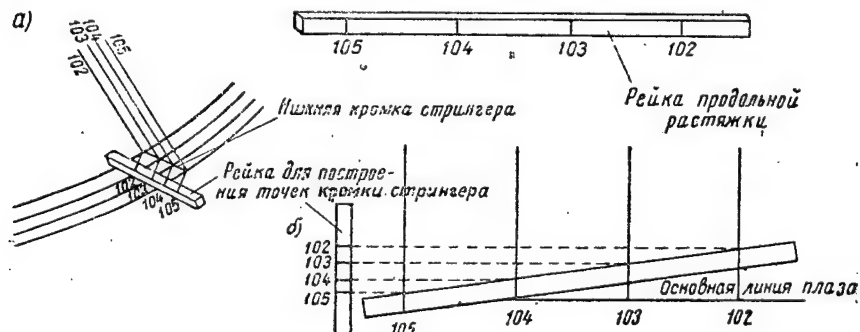


Рис. 187. Снятие с плаза рейки продольной растяжки

После переноса точек на рейку с нее снимают грузы и рейку выпрямляют. Такая рейка представляет собой поперечную растяжку наружной обшивки.

Риски, нанесенные на рейку, маркируют номерами шпангоутов, а на рейке делают надпись о ее назначении.

В качестве примера разработки рейки продольной растяжки опишем снятие на рейку растяжки нижней кромки днищевое стрингера (рис. 187).

Для получения действительной длины нижней кромки днищевое стрингера необходимо:

1) снять с плазового корпуса на рейку расстояния между теоретическими линиями шпангоутов по линии нижней кромки стрингера (см. рис. 187,а);

2) на полушироте, принимая основную линию за базовую, на соответствующих линиях шпангоутов перенести с рейки точки, совмещая крайнюю риску на рейке с базовой линией. Точки на шпангоутах необходимо соединить плавной линией (см. рис. 187,б).

Для получения продольной растяжки нижней кромки стрингера рейкой, прижимаемой грузами, огибают полученную линию, наносят на нее риски линий шпангоутов, маркируют их номерами шпангоутов и делают на рейке надпись о ее назначении.

#### § 96. ПРОВЕРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ СБОРКЕ СЕКЦИИ

При сборке секций сварной конструкции в сборочно-сварочном цехе проверочные работы выполняют в процессе всей сборки и сварки секций, начиная от подготовки постелей и стендов и кончая проверкой формы и размеров окончательно готовых секций.

Для примера подробно разберем проверочные и разметочные работы, выполняемые проверщиками при изготовлении днищевой объемной секции, состоящей из наружной обшивки, настила второго дна, междудонного продольного набора (вертикального килля и двух стрингеров) и поперечного набора (флоров). Общий вид этой секции показан на рис. 131.

Прежде всего производят подготовку постели (рис. 188,а): проверяют горизонтальность установки ее рамы; обводы лекал постели проверяют по шаблонам с плаза; положение лекал по длине проверяют рейкой растяжки. На лекалах наносят теоретические линии: диаметральной плоскости, первого и второго стрингеров, плазов наружной обшивки и горизонтальную контрольную линию (рис. 188,б).

Паз наружной обшивки обозначают на лекалах постели тремя линиями (см. рис. 188,б): одна из них параллельна основной плоскости, вторая — параллельна диаметральной плоскости, а третья представляет собой собственно монтажный паз и перпендикулярна кромке лекала в данном месте.

После этого постель сдают контрольному мастеру.

После укладки на постель листов наружной обшивки и сварки их между собой проверщики наносят на полотнище обшивки линии приварки продольного и поперечного набора, т. е. теоретические линии для установки вертикального килля, стрингеров и флоров. Для этого при помощи стеклина сначала пробивают на полотнище линию диаметральной плоскости и положение среднего и

крайних шпангоутов (рис. 189), а затем по рейкам растяжки продольных связей и рейке поперечной растяжки по всем шпангоутам размечают положение линий приварки вертикального кия, стрингеров и флоров.

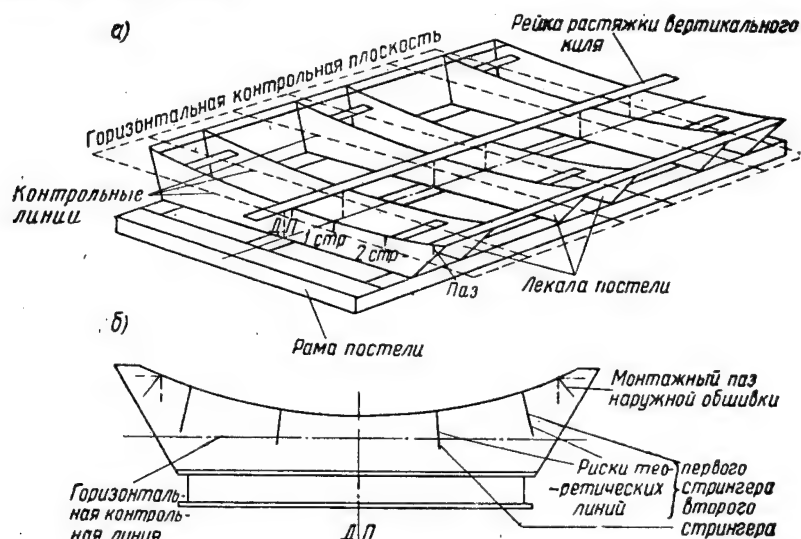


Рис. 188. Теоретические линии днищевой секции на постели

Вся эта разметка набивается кернами, сдается контрольному мастеру и только после этого сборщикам разрешается устанавливать набор.

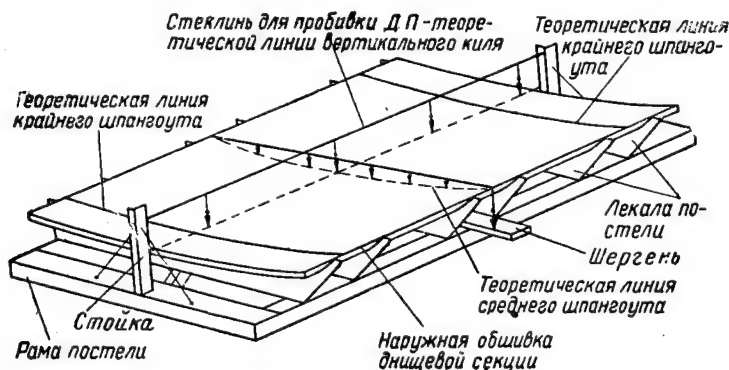


Рис. 189. Пробивка линии диаметральной плоскости и теоретических линий шпангоутов на наружной обшивке днищевой секции

Таким же образом производят разметку настила второго дна с внутренней стороны, т. е. намечают положение вертикального кия, стрингеров и флоров. Так как второе дно имеет поперечную погибь, то его полотнище собирают на специальной постели.

По окончании установки всего набора проверщики совместно со сборщиками проверяют правильность его установки.

Вертикальность кия проверяют при помощи стеклина и веска, уклон и полушироты по верхним кромкам стрингеров проверяют при помощи специальных шаблонов (рис. 190). Положение верхних кромок флоров в плоскости шпангоута проверяют по рейке продольной растяжки.

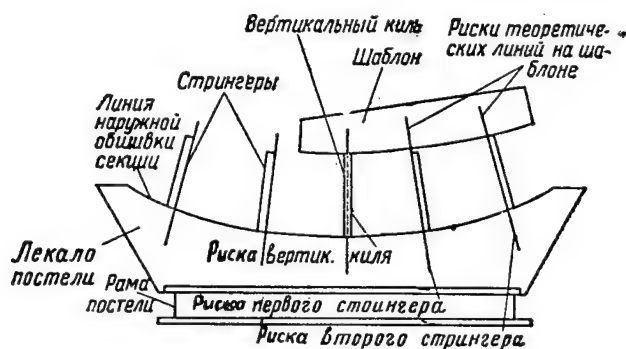


Рис. 190. Способ проверки верхних кромок вертикального кия и стрингеров на днищевой секции

Сварка набора и приварка его к наружной обшивке разрешается после проверки правильности установки набора. Перед установкой второго дна на секцию на нем размечают места установки набора, как это показано на рис. 191.

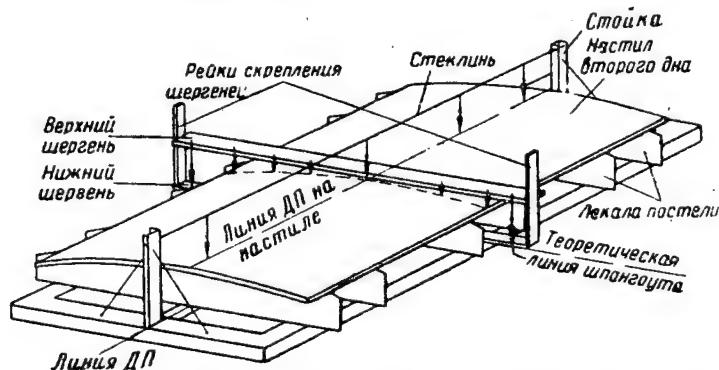


Рис. 191. Разметка настила второго дна днищевой секции

По окончании сварки секцию устанавливают на блоки и размечают места для установки деталей монтажного насыщения, а затем проверщики выполняют свою последнюю работу, которая называется контуровкой секции. Контуровка заключается в том, что основные размеры секции и форму ее сверяют с пла-

зовыми данными, а также определяют деформации (т. е. изменение формы секции в продольном и поперечном направлениях). Затем намечают полученные по монтажным стыкам и пазам припуски по наружной обшивке, настилу второго дна, по продольному и поперечному набору и наносят контрольную линию на расстоянии 50 мм от кромок, а также проверяют положение на наружной обшивке секции линий диаметральной плоскости, среднего и крайних шпангоутов и только после этого секцию подают на стапель.

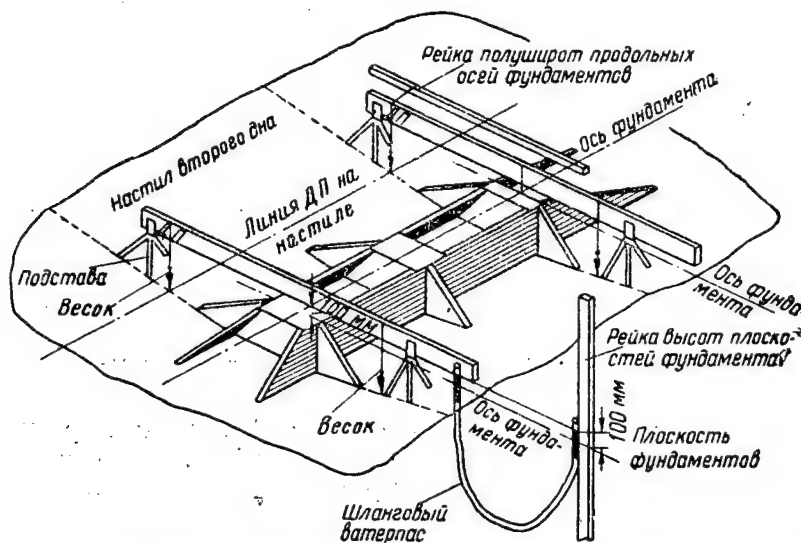


Рис. 192. Проверка фундамента днищевой секции при установке его на второе дно

Если на втором дне имеется фундамент, установку и причерчивание нижних кромок его производят в таком порядке. Проверяют, нет ли вмятин на настиле второго дна в районе притыкания нижних кромок фундамента. Затем по разметке фундамент устанавливают на место и проверяют положение его по высоте, по продольной и поперечной осям, как показано на рис. 192. Эту проверку производят при помощи шлангового ватерпаса, рейки полуширот, рейки высот плоскостей фундамента и поперечных шергелей, установленных горизонтально на условном расстоянии (около 100 мм) выше верхней плоскости фундамента.

После этого причерчивают и удаляют припуск по нижним крокам, фундамент устанавливают окончательно на место и закрепляют его со второй проверкой по трем направлениям.

#### § 97. ПРОВЕРКА УСТАНОВКИ ФОРШТЕВНЯ

Форштевень устанавливают в носовую объемную секцию при сборке ее в сборочно-сварочном цехе на соответствующей постели.

На форштевне при обработке должны быть нанесены по шаблону с плаза и накернены контрольные линии: линия диаметральной плоскости, теоретические линии шпангоутов, находящиеся в районе форштевня, линии палуб, грузовая ватерлиния и контрольная линия для причерчивания кромок наружной обшивки. Кроме того, на линию диаметральной плоскости, пробитую на постели, на которой собирается секция, необходимо нанести проекции точек пересечения внешней кромки форштевня с плоскостями палуб и линии пересекающих его шпангоутов. После установки и предварительного закрепления форштевень проверяют по продольному смещению, по положению в диаметральной плоскости и по высоте.

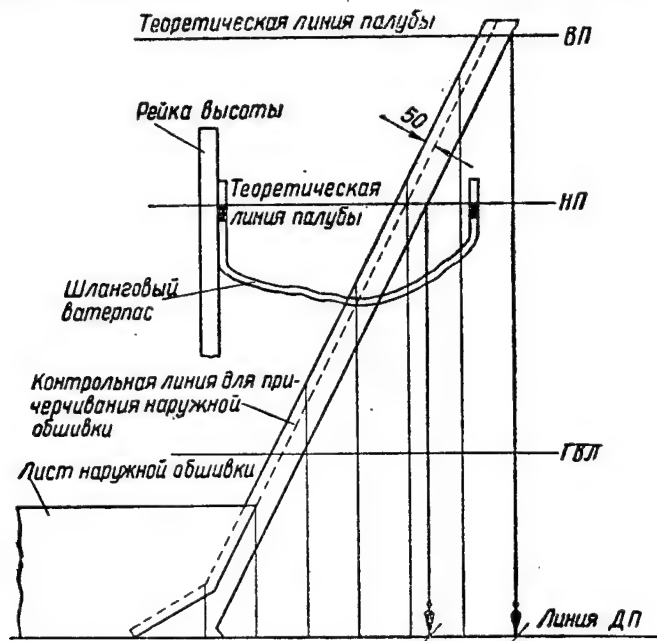


Рис. 193. Проверка установки форштевня

Эту проверку производят следующим образом:

- 1) по продольному смещению — посредством веса, совпадением теоретических линий шпангоутов на форштевне с соответствующими линиями на постели и опусканием веса из точек пересечения плоскостей палуб с носовой кромкой форштевня на соответствующие точки на постели;
- 2) по положению в диаметральной плоскости — совпадением опускаемого веса от линии диаметральной плоскости на форштевне с соответствующей линией на постели;
- 3) по высоте — рейкой с плаза от основной плоскости до грузовой ватерлинии и линий палуб, нанесенных на форштевне.

Причерчивание кромок листов наружной обшивки, притыкающихся к форштевню, производят проведением на наружной обшивке при помощи циркуля линии, параллельной контрольной линии на форштевне (рис. 193), отстоящей от его внутренней кромки на 50 мм.

После этого установку форштевня принимает контрольный мастер.

#### § 98. ПРОВЕРКА УСТАНОВКИ АХТЕРШТЕВНЯ

На ахтерштевень должны быть нанесены и накернены при обработке следующие линии:

- 1) линия диаметральной плоскости;
- 2) осевые линии отверстий для баллера на верхней втулке и подпятнике, проведенные параллельно диаметральной плоскости и плоскости шпангоутов.

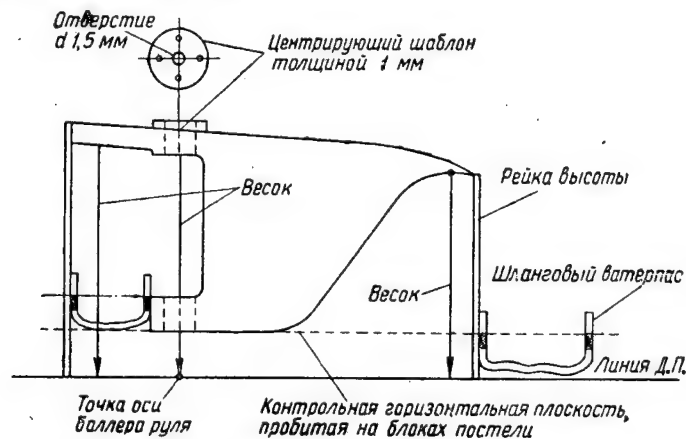


Рис. 194. Проверка установки ахтерштевня

Перед установкой набирают требующуюся клетку и ахтерштевень раскрепляют на ней упорами и клиньями.

Установку ахтерштевня проверяют в следующем порядке (рис. 194).

На верхнее отверстие для баллера руля устанавливают центрирующий шаблон, на котором наносят осевые линии баллера и в точке их пересечения просверливают отверстие центра диаметром 1,5 мм. Центрирующий шаблон изготовляют из стали толщиной 1 мм.

Проверку установки ахтерштевня на вертикальность оси баллера руля производят совмещением шнура веска, опущенного через отверстие центрирующего шаблона верхней втулки, с центром отверстия в подпятнике, для чего подводят линейку, расположенную по рискам продольной и поперечной осей подпятника, до совпадения со шнуром.



Положение продольной оси ахтерштевня по диаметральной плоскости проверяют опусканием весков с линии диаметральной плоскости на ахтерштевень на линию диаметральной плоскости на борочной площадке или постели, на которой собирается кормовая секция.

Проверку на продольное смещение производят опусканием еска через отверстие центрирующего шаблона и через подпятник точку оси баллера руля, нанесенную на линию диаметральной плоскости на площадке или постели.

Проверку установки ахтерштевня по высоте производят шланговым ватерпасом по рейкам с плаза от контрольной горизонтальной плоскости борочной площадки или постели до поверхности верхнего обработанного торца подпятника, нанесенного на ейке.

После проверки установки ахтерштевень окончательно раскрепляют тягами, клиньями и упорами и сдают контрольному мастеру. Положение ахтерштевня периодически проверяют после выполнения следующих работ:

- 1) окончания сборки наружной обшивки в районе ахтерштевня;
- 2) сварки наружной обшивки;
- 3) окончания сборки и сварки всей секции.

#### **§ 99. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕРКА СТАПЕЛЯ ПЕРЕД СБОРКОЙ КОРПУСА СУДНА**

Перед сборкой корпуса судна на стапеле выполняют следующие работы:

- 1) определяют и размечают положение судна на стапеле;
- 2) наносят базовые линии, от которых производят все измерения при проверке сборки;
- 3) устанавливают опорные устройства для судна.

Положение судна на стапеле определяют по специальному чертежу «Постановка судна на стапеле», на котором указаны положение его по длине и ширине стапеля, а также места установки портовых устройств, к которым относятся: кильблоки, клетки, подтавы и упоры. На опорных устройствах начинают сборку корпуса судна и оно находится на них в течение всего времени постройки до спуска на воду.

Сначала на основании стапеля намечают положение линии диаметральной плоскости судна. Пробивку ее для небольших судов производят натягиванием стеклина по оси симметрии стапеля между носовыми и кормовыми его стойками. Со стеклина опускают вески на металлические планки, прочно закрепленные на основании стапеля, на которые набивают кернером точки, образующие линию диаметральной плоскости судна.

Для больших судов линию диаметральной плоскости судна наносят более точно путем пробивки световой линии.

Точки, нанесенные на металлические планки стапеля, нося название мертвых точек, так как они нанесены на неподвижные планки, и их положение считается неизменным. Количество и расположение планок зависят от длины судна и числа днищевых секций. Планки должны быть обязательно установлены средней части судна под мидель-шпангоутом, под теоретическими линиями крайних шпангоутов каждой секции и под перпендикулярами, опущенными на носу и корме судна между крайними точками конструктивной ватерлинии.

При помощи этих мертвых точек контролируют правильность положения секций при установке их на стапель.

Кильблоки (рис. 195) устанавливают по линии диаметральной плоскости судна по всей его длине. Их изготовляют из сосновых брусьев (или из дерева другой породы) сечением от  $200 \times 200$  до  $300 \times 300$  мм. Верхний брус кильблока называется подушкой и имеет длину около 600 мм. Под ним находятся два клина обычно дубовых, служащих для получения необходимой высоты кильблоков под судном.

Общая высота кильблоков достигает 1—1,5 м, чтобы можно было свободно работать под днищем судна и набирать спусковые салазки. Число кильблоков зависит от длины и веса судна.

Расстояние между кильблоками бывает от 0,8 до 1,5 м.

В продольном направлении кильблоки раскрепляют раскосами (рис. 195,а).

Во избежание сдвига отдельных брусьев, составляющих кильблок, их раскрепляют планками (рис. 195,б).

В строительных доках, где судно строят в горизонтальном положении, нижнюю часть кильблоков делают иногда металлической (рис. 195,в).

Кильблоки устанавливают перпендикулярно к диаметральной плоскости судна. Верхняя плоскость кильблоков имеет форму килевой линии и днищевой части судна в районах их установки. В оконечностях судна килевая линия имеет подъем, поэтому здесь для большей устойчивости кильблоков сначала набирают клетки и на них устанавливают кильблоки, причем верхнюю часть кильблоков набирают по шаблонам с плаза (рис. 195,г).

В средней части судна килевая линия и днищевая часть часто бывают горизонтальными, и поэтому верхнюю плоскость подушек кильблоков проверяют на горизонтальность продольными шергениями (рис. 195,д) длиной до 6 м, которые устанавливают горизонтально сбоку от кильблоков на требуемую высоту. На шергении наносят положение линий шпангоутов и номера кильблоков. Проверку кильблоков производят поперечными шергениями, накладываемыми на подушки и продольные шергении с помощью уровня или шлангового ватерпаса.

После проверки поверхности всех подушек кильблоков на них пробивают и прорезают центровую линию, соответствующую следу диаметральной плоскости судна (см. рис. 195,а). Центровую ли

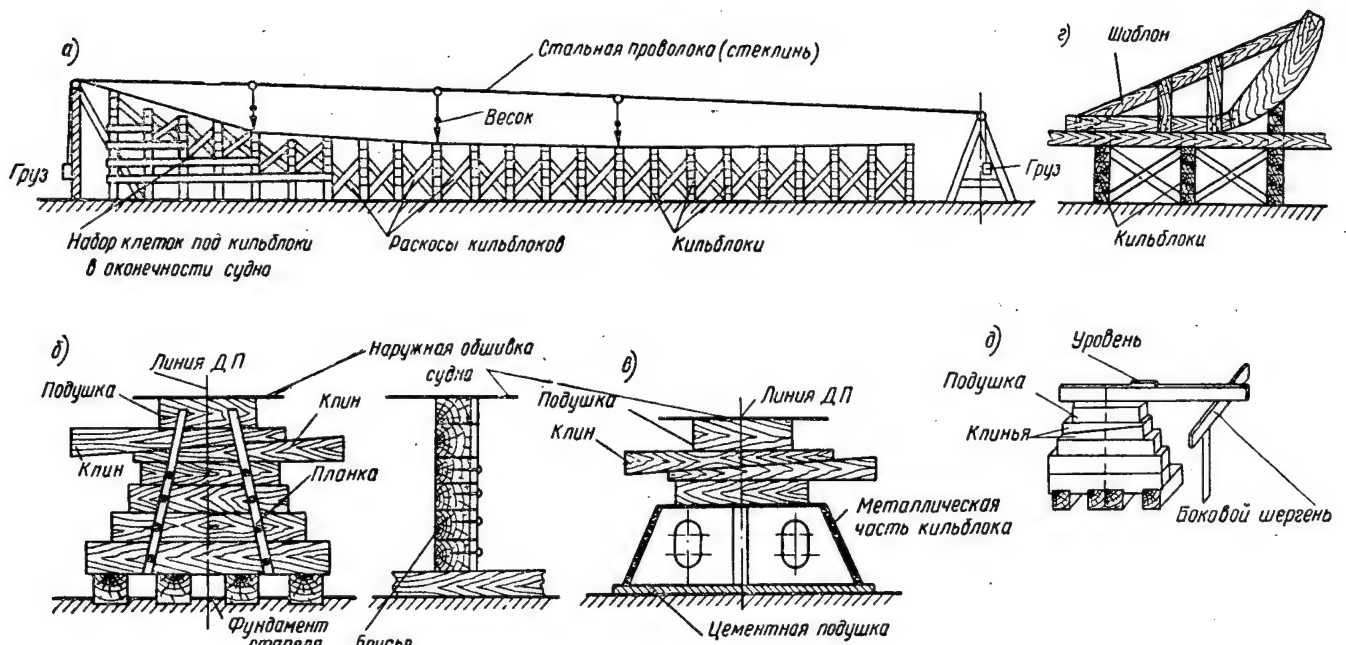


Рис. 195. Кильблоки

нию наносят при помощи стеклина и веска, опущенного с него на поверхность кильблоков. Затем эту линию переносят на вертикальную грань кильблоков с носовой и кормовой их сторон. На кильблоках наносят номера шпангоутов.

На рис. 196 показан набор кильблоков для закладки судна.

Клетки под кильблоки (рис. 197, а) набирают из брусьев длиной до 2—3 м такого же поперечного сечения, как и кильблоки. Под верхние брусья клеток, как в кильблоках, подкладывают клинья. Клетки устанавливают в оконечностях судна в днищевой части в районе скулы, под поперечными переборками и под сосредоточенными грузами, причем верхнюю плоскость их подгоняют

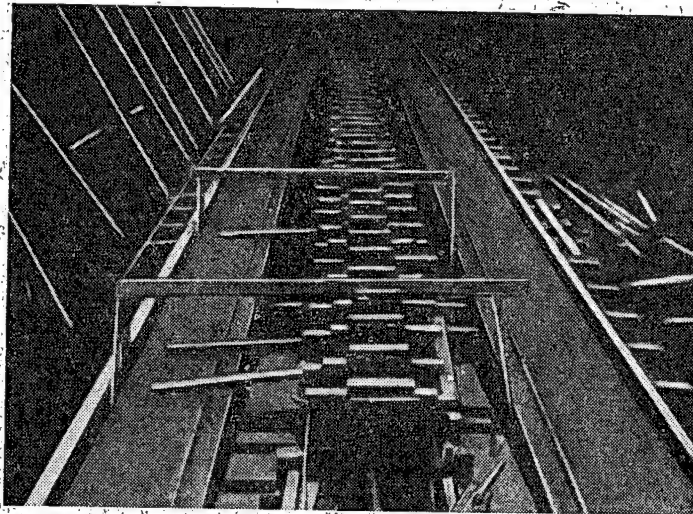


Рис. 196. Набор кильблоков для закладки судна

по шаблонам с плаза по форме обводов наружной обшивки в месте их установки.

Отдельные брусья клеток соединяют при помощи металлических соединительных скоб. Скобы забивают в смежные брусья (рис. 197, б).

Применяют также металлические клетки, изготовленные из профильного материала, причем верхнюю часть их набирают из деревянных брусьев для большего удобства подгонки к обводам судна.

По ширине судна, кроме кильблоков и клеток, в качестве опор применяют также подставы и упоры (рис. 197, в).

Подставы делают из леса квадратного или круглого сечения от 200×200 до 300×300 мм; их устанавливают обычно под продольными связями днища, например, днищевыми стрингерами.

зависимости от ширины корпуса судна они могут стоять с каждого борта в один, два и даже три ряда.

Упорами называются подставки, поддерживающие борта судна выше скулы. Нажим подстав и упоров производится при по-

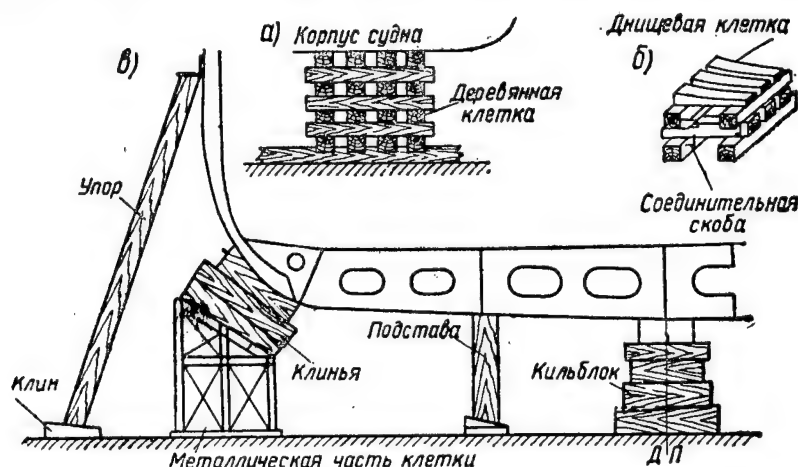


Рис. 197. Расположение кильблоков, клеток, упоров и подстав

мощи клиньев, подбиваемых под них. Для постановки упоров к наружным плоскостям судна приваривают короткие угольники.

#### § 100. ПРОБИВКА СВЕТОВОЙ ЛИНИИ

Получить длинную прямую линию при помощи натянутой проволоки вследствие ее провисания под действием собственного веса невозможно. Точную прямую линию можно получить только при помощи светового луча. Линия, которая проводится при помощи светового луча, называется световой линией.

При постройке средних и больших судов линию диаметральной плоскости судна на кильблоках наносят при помощи световой линии, которую пробивают следующим образом.

В концевых точках линии, которая должна быть проведена, ставят две стойки 1, которые называются маячными. Их прикрепляют к сваям, врытым в землю. К стойкам прикрепляют металлические пластинки с отверстием диаметром 1—1,5 мм, называемые визирками, или глазками 2 (рис. 198). На носовой стойке устанавливают небольшой ящик с сильной электрической лампой 3, дающей световую точку через отверстие глазка. Через глазок на другом конце линии смотрит наблюдатель.

Между конечными маячными стойками на равных расстояниях друг от друга (около 10 м) устанавливают дополнительные маячные стойки 4, на которых укрепляют глазки, устроенные так, что

отверстия их могут смещаться вверх и вниз, а также в правую и левую стороны.

Путем перемещения промежуточных глазков можно добиться такого положения, что световой луч будет проходить через все глазки и его будет видеть наблюдатель. Это означает, что положение отверстий в металлических пластинках определяет направление светового луча — прямой линии 5, которой и пользуются для нанесения на поверхности кильблоков линии диаметральной плоскости.

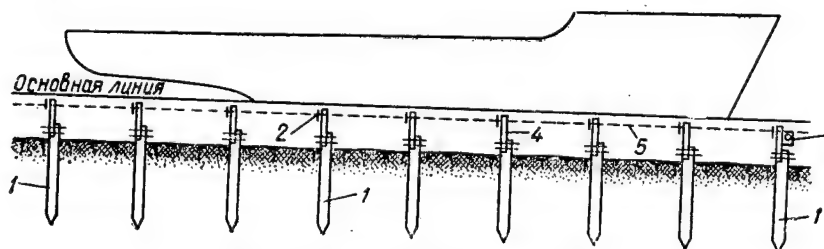


Рис. 198. Пробивка световой линии

После этого через все глазки протягивают тонкую стальную проволоку, и положение ее переносят отвесом на стапель.

Примерно таким же образом пробивают световую линию и на судне для определения положения оси гребного вала (рис. 199).

Световую линию обычно пробивают ночью, когда световая точка лучше видна и на стапеле или судне не выполняют никаких работ.

После определения точного направления оси гребного вала по световой линии можно проверить положение опорных плоскостей фундаментов под главные механизмы и фундаментов под промежуточные опорные подшипники вала, а также положение кронштейнов и мортир гребных валов (см. рис. 199).

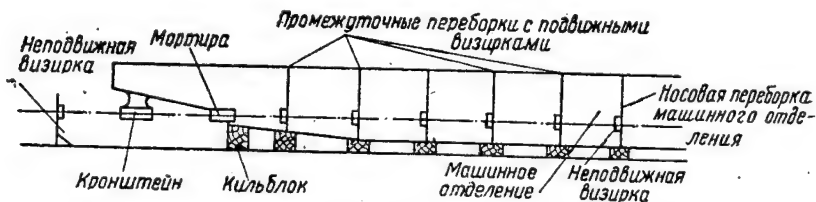


Рис. 199. Пробивка световой линии оси гребного вала

Пробивка прямых линий с помощью светового луча производится обычно в ночное время, занимает много времени и является сложной операцией.

Поэтому в последнее время применяют новый способ пробивки прямых линий при помощи прибора, называемого нивелиром (рис. 200).

Этот способ заключается в том, что оптическая ось нивелира, установленного на одном конце прямой линии, точно совмещается перекрытием крайней визирки, стоящей на другом ее конце, и является той прямой линией, по которой устанавливаются промежуточные подвижные визирки. При этом необходимо добиться, чтобы центры промежуточных визирок совместились с оптической осью нивелира. Через центры визирок протягивают струну и отсесами переносят точки струны на контрольные планки.

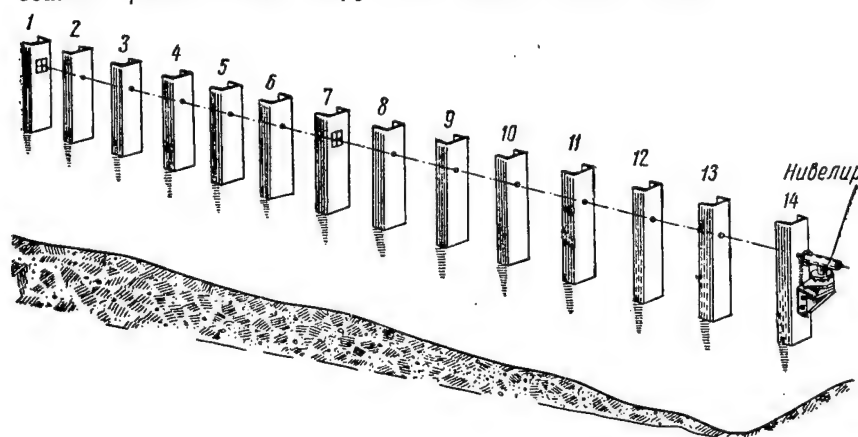


Рис. 200. Пробивка прямой линии нивелиром

Положение прямой линии оси вала в пространстве определяется по чертежу или по данным плаза.

Пробивка прямой линии оптическим способом посредством нивелира дает большую точность, чем прежний способ пробивки по зрительному лучу; при этом значительно уменьшается трудоемкость работы и ее можно выполнять в любое время суток.

#### § 101. ИСХОДНЫЕ ПЛОСКОСТИ НА СТАПЕЛЕ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ УСТАНОВКИ И ПРОВЕРКИ КОРПУСА СУДНА

При установке и проверке корпуса судна и составляющих его секций на стапеле в качестве главных исходных баз принимают три взаимно-перпендикулярные плоскости, соответствующие принятым плоскостям при разбивке теоретического чертежа на плазе. От них или от плоскостей, им параллельных, производят все необходимые замеры на судне и секциях. Эти плоскости на стапеле обозначаются так.

Положение диаметральной плоскости судна в пространстве намечают с помощью шнура веска, опускаемого на линию оси симметрии стапеля, которая пробита обычно на металлических планках, закрепленных на продольном бруске стапеля или на бетонном его основании. От этого шнура опускаемого веска проверяют все



размеры по полушироте, а также расположение точек в диаметральной плоскости.

Положение основной плоскости судна намечают верхним краемками поперечных шергений, установленных горизонтально под судном — на уровне его основной линии посредством линий нанесенных на какой-либо неподвижной части стапеля по правой и левой сторонам его (стене или колоннах).

Плоскость мидель-шпангоута намечают при помощи шнура ватерлинии и поперечных шергений, которые устанавливаются под судно и простираются за оба борта судна в местах, где пробита линия перпендикулярная оси симметрии стапеля или линии диаметральной плоскости судна. Эта линия представляет собой след плоскости мидель-шпангоута судна. Параллельно этой линии на металлических планках основания стапеля в диаметральной плоскости проводят линии шпангоутов с продолжением их на металлические планки, расположенные по обе стороны линии диаметральной плоскости судна на расстояниях более полуширины судна.

Кроме того, при серийном строительстве судов одного типа на основании и стене (или колоннах) стапеля наносят дополнительные риски (например, проекций теоретических линий верхней и нижней палубы на бортах, осей линий валов, положения торцов мортир и ступиц кронштейнов гребных валов и др.), которые требуются для правильной сборки и проверки установки секций на стапеле.

Для нанесения этих рисок на основании стапеля и стене его закладываются дополнительные металлические планки.

На отдельных деталях, узлах и секциях перед установкой их на стапель наносят теоретические линии диаметральной плоскости, ватерлинии и шпангоутов.

#### **§ 102. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОВЕРОЧНЫХ РАБОТ НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ И НАКЛОННОМ СТАПЕЛЯХ**

Если судно строят на горизонтальном стапеле, например, на поперечном стапеле, в строительном доке или на слипе, то проверка вертикальности поперечного и продольного набора производится легко, так как в этом случае судно будет расположено горизонтально.

При постройке корпуса судна на наклонном стапеле способы проверки положения судна отличаются от способов проверки на горизонтальном стапеле. В процессе постройки приходится проверять в продольном направлении судна положение вертикальных плоскостей поперечных переборок, поперечного набора, надстроек и других конструкций, а также положение горизонтальных плоскостей корпуса: настилов палуб, второго дна, бортовых стрингеров и т. п.

Если надо проверить вертикальность установки связей или конструкций небольшой высоты, например, днищевого поперечного

набора или фундамента под механизм небольшого размера, то применяют уклонный шергень, имеющий угол скоса, равный углу наклона основной линии судна на стапеле к горизонту. Прикладывают скошенную сторону шергенья к проверяемой плоскости (рис. 201, а), а к другой его стороне опускают весок. Если сторона шергенья совпадает со шнуром веска, то плоскость вертикальна. По отклонению шнура можно определить, в какую сторону надо наклонить плоскость, чтобы она стала вертикальной.

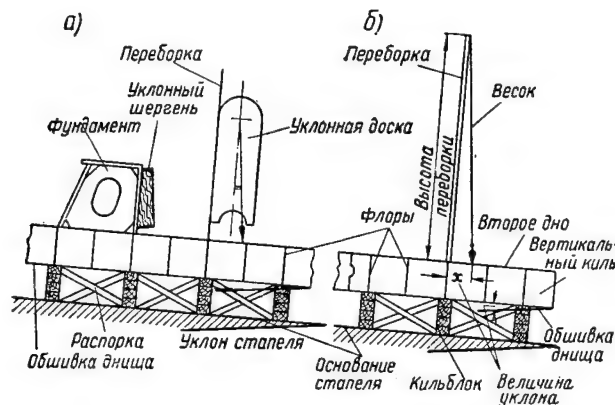


Рис. 201. Проверка вертикальности плоскости конструкции при постройке судна на наклонном стапеле

Для проверки вертикальности применяют также уклонные доски (см. рис. 201, а). Доску прикладывают узкой стороной к проверяемой плоскости, например, к переборке. Тогда шнур веска, прикрепленный к доске, должен расположиться точно под углом, нанесенным на ней и равным углу наклона основной линии судна к горизонту.

Несовпадение шнура и линии на уклонной доске свидетельствует о том, что переборка установлена не вертикально; в этом случае по положению шнура веска определяют, в какую сторону следует наклонить переборку, чтобы она была вертикальной.

При проверке вертикальности переборки можно пользоваться также веском, отпускаемым с верхней точки переборки на настил второго дна, на котором откладывают от нижней кромки переборки по диаметральной плоскости величину  $x$ , вычисленную по углу наклона основной линии судна к горизонту и высоте устанавливаемой переборки (рис. 201, б).

При проверке горизонтальности небольших плоскостей на данную плоскость устанавливают уклонный шергень скошенной стороной и проверяют горизонтальность его свободной кромки обыкновенным ватерпасом (рис. 202, а).

Если проверяемые плоскости длинные, пользуются шланговым ватерпасом. При этом сличают положение рисок уровней в трубках ватерпаса, нанесенных на две вертикальные рейки, установленные по концам плоскости. Уровни в трубках ватерпаса должны находиться в одной горизонтальной плоскости. Риски на рей-

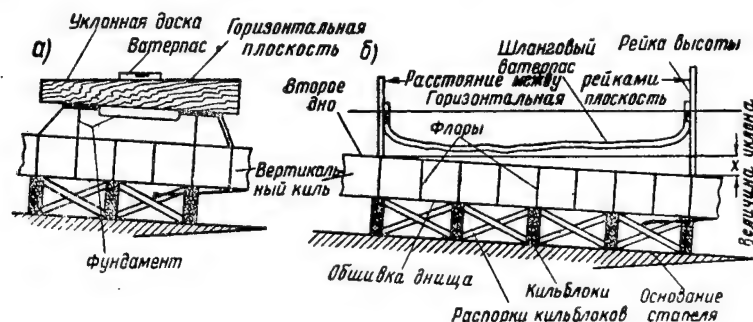


Рис 202. Проверка горизонтальности плоскости конструкции при постройке судна на наклонном стапеле

ках при горизонтальной плоскости должны иметь разницу в высоте, равную величине  $x$ , вычисленной по расстоянию между рейками и углу уклона основной линии судна к горизонту (рис. 202,б).

#### § 103. ПРОВЕРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ УСТАНОВКЕ СЕКЦИЙ НА СТАПЕЛЕ

На секциях, которые подаются на стапель, должны быть нанесены при их изготовлении контрольные линии: на днищевых секциях — линия диаметральной плоскости и теоретические линии крайних стрингеров, среднего и крайних, носового и кормового, шпангоутов; на бортовых секциях — линии палуб, среднего и крайних шпангоутов; на палубных секциях — линии диаметральной плоскости и крайних шпангоутов.

Все эти контрольные линии должны быть нанесены кернером на внешней поверхности обшивки и палуб.

При установке секций на стапеле необходимо проверить положение их в диаметральной плоскости (на поперечное смещение), по высоте — от основной плоскости, по длине — от теоретических линий шпангоутов на стапеле (на продольное смещение). Кроме того, производится проверка по полушироте (на сохранение размеров и формы по ширине).

При этих проверках руководствуются допусками, предусмотренными техническими условиями на сборку корпуса судна из секций.

Проверку производят:

1) по поперечному смещению — веском, опущенным с линии диаметральной плоскости, нанесенной на секции, на ту же линию,

нанесенную на металлических планках стапеля. В случае несовпадения веска с линией диаметральной плоскости, пробитой на стапеле, секцию перемещают при помощи талрепов и обухов, установленных с обоих бортов секции;

2) по высоте — шланговым ватерпасом и рейками от основной плоскости. Выравнивание производят при помощи домкратов, клиньев и упоров;

3) по продольному смещению — веском, опущенным с теоретических линий шпангоутов на секции на соответствующие риски на металлических планках стапеля. Секцию выравнивают по длине при помощи талрепов;

4) по полушироте — шергенями, рейками полушироты, снятыми с плана, и весками.

Указанным образом проверяют установку первых секций на стапеле.

Установку смежных секций проверяют до и после их причерчивания к ранее установленным секциям.

Для причерчивания, например, днищевой секции надо сначала определить величину максимального зазора по стыкам и пазам наружной обшивки, настила второго дна и набора, прочертить и зачернить припуски и неровности стыков листов и набора.

После снятия припусков и стыкования секций окончательно проверяют правильность ее положения в составе корпуса судна по трем направлениям: полушироте, длине и высоте. После этого секцию сдают контрольному мастеру.

Проверку отдельных секций при установке на стапель при серийном строительстве производят следующим образом.

#### Днищевые секции (рис. 203)

1. По длине — на совмещение теоретической линии среднего шпангоута, нанесенной на внешней стороне наружной обшивки секции с соответствующей рисккой на планке, закрепленной на основании стапеля.

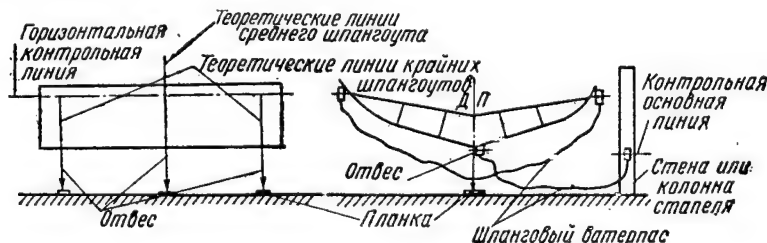


Рис. 203. Проверка установки днищевой секции

Проверку производят отвесом из точки пересечения линии среднего шпангоута с линией диаметральной плоскости на секции в соответствующую точку на стапеле.

2. По широте — на совмещение линии диаметральной плоскости, пробитой на наружной обшивке секции, с той же линией, нанесенной на планках стапеля.

Проверку производят при помощи отвеса из точек пересечения теоретических линий крайних шпангоутов с линией диаметральной плоскости на секции на риски тех же линий на планках стапеля.

3. По высоте — на совмещение основной линии секции с контрольной основной линией, нанесенной на планках, закрепленных в стене стапеля, или пробитой на его колоннах.

Проверку производят шланговым ватерпасом в точках пересечения линии диаметральной плоскости с теоретическими линиями крайних шпангоутов на секции.

4. По крену — на совмещение в одной плоскости горизонтальных контрольных линий, нанесенных на наружной обшивке правого и левого бортов секции.

Проверку производят в точках пересечения горизонтальных контрольных линий с линиями крайних шпангоутов на секции шланговым ватерпасом.

#### Скуловые и бортовые секции (рис. 204)

1. По длине — на совмещение теоретической линии среднего шпангоута, нанесенной на наружной обшивке скуловой или бортовой секции, с той же линией на ранее установленной днищевой секции.

2. По полушироте — на совпадение полуширот теоретической линии палубы и контрольной горизонтальной линии при нижней монтажной пазовой кромке с соответствующими полуширотами на стапеле.

Проверку производят опусканием весков из точек пересечения горизонтальных контрольных линий с теоретическими линиями крайних шпангоутов в соответствующие точки на планках на стапеле.

3. По высоте — на совмещение контрольной горизонтальной линии, нанесенной на наружной обшивке секции при крайних шпангоутах, с соответствующими рисками, нанесенными на колоннах стапеля или его стене.

Проверку производят шланговым ватерпасом в точках пересечения контрольной линии с теоретическими линиями крайних шпангоутов.

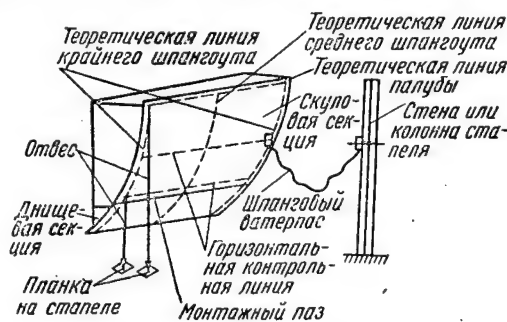


Рис. 204. Проверка установки скуловой секции

### Поперечные переборки (рис. 205)

1. По длине — на совмещение нижней кромки переборки с линией теоретического шпангоута, нанесенной на настиле второго дна или на наружной обшивке с внутренней стороны, если нет второго дна.

Плоскость переборки должна совпадать с плоскостью теоретического шпангоута. Проверку производят отвесом, опущенным от верхней кромки переборки при крайних стойках и при линии диаметральной плоскости.

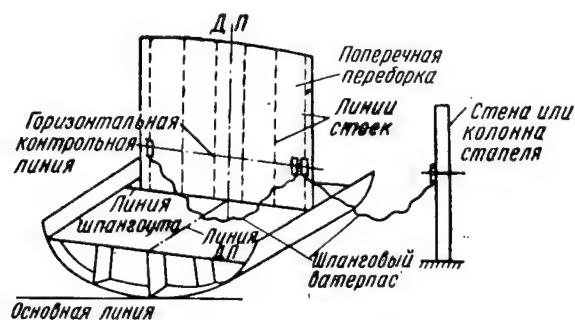


Рис. 205. Проверка установки поперечной переборки

2. По полушироте — на совмещение линии диаметральной плоскости, нанесенной на переборке, с линией диаметральной плоскости, размеченной на настиле второго дна или на наружной обшивке с внутренней стороны, при отсутствии второго дна.

3. По высоте — на совмещение горизонтальной контрольной линии, размеченной на переборке с риской соответствующей линии на стене или колонне стапеля.

Проверку производят шланговым ватерпасом в точках пересечения горизонтальной контрольной линии и линий крайних стоек переборки.

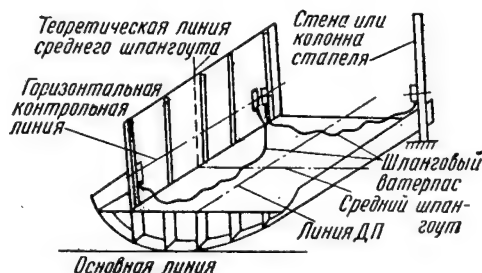


Рис. 206. Проверка установки продольной переборки

### Продольные переборки (рис. 206)

1. По длине — на совмещение теоретической линии среднего шпангоута, нанесенной на переборке, с линией того же шпангоута, нанесенной на настиле второго дна, а при отсутствии второго дна с линией на наружной обшивке секции с внутренней стороны.

2. По полушироте — на совмещение нижней кромки переборки с ее теоретической линией, размеченной на настиле второго дна или на наружной обшивке, если нет второго дна.

3. На вертикальность — при помощи доски, прикладываемой к верхней части переборки, и отвеса, опущенного с верхней кромки переборки, при средней и крайних стойках. При этом острие отвеса должно отстоять от плоскости переборки на толщину доски.

4. По высоте — на совмещение горизонтальной контрольной линии при крайних стойках, нанесенной на переборке, с соответствующими рисками на стене или колоннах стапеля или по рейкам высот, снятым с плаза.

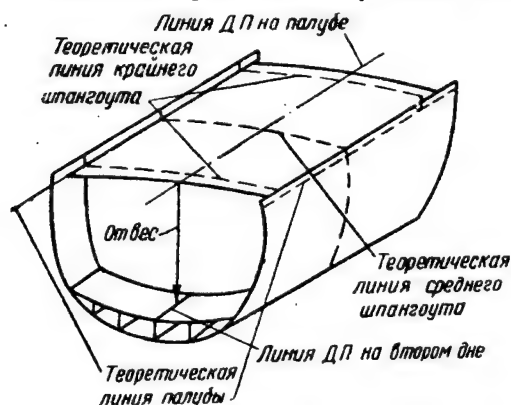
Проверку производят при крайних стойках переборки шланговым ватерпасом.

#### Палубные секции (рис. 207)

1. По длине — на совмещение теоретических линий среднего шпангоута, размеченных на настиле палубы и на наружной обшивке с внутренней стороны.

2. По полушироте — на совмещение линии диаметральной плоскости, нанесенной на настиле палубы и на ниже расположенном настиле или вертикальном киле.

Проверку производят опусканием отвеса из точек пересечения торцевых кромок секции с линией диаметральной плоскости.



3. По высоте — сравнением высот в точках пересечения теоретических линий среднего и крайних шпангоутов с линиями диаметральной плоскости и с теоретической линией палубы на бортах с соответствующими рисками, нанесенными на стене стапеля или его колоннах.

Рис. 207. Проверка установки палубной секции

Проверку производят шланговым ватерпасом и рейками высоты, установленными вертикально.

4. По поперечной погиби (для палуб с погибью) — при помощи шаблонов с плаза в сечениях, где расположены поперечные переборки и рамные шпангоуты, или при помощи шлангового ватерпаса и реек высот, снятых с плаза.



### Секции надстроек (рис. 208)

1. По длине — на совмещение теоретических линий среднего шпангоута, нанесенных на настиле верхней палубы и на продольных стенках надстройки.
2. По полушироте — на совмещение контрольных линий диаметральной плоскости, размеченных на настиле верхней палубы и на поперечных стенках надстройки.

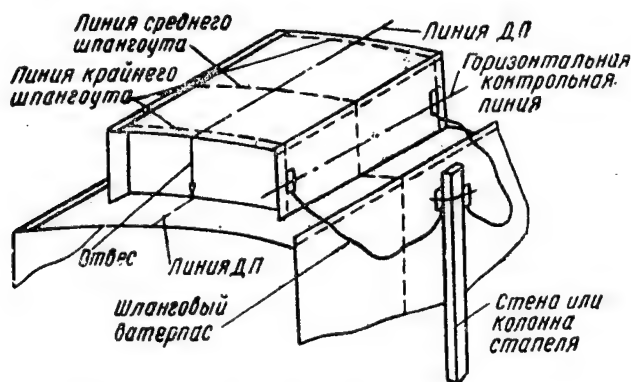


Рис. 208. Проверка установки блок-секции средней надстройки

3. По высоте — сравнением высот горизонтальных контрольных линий, нанесенных на продольных стенках надстройки и на стене или колоннах стапеля.

Проверку производят шланговым ватерпасом в точках пересечения горизонтальных контрольных линий с теоретическими линиями крайних шпангоутов или стоек продольных стенок надстройки на левом и на правом бортах.

4. По положению на палубе — на совмещение нижних кромок наружных стенок надстройки с теоретическими линиями контура надстройки, размеченными на настиле верхней палубы.

### Мортиры и кронштейны гребных валов (рис. 209)

1. Перед проверкой положения mortars and brackets it is necessary to check the position of the hull of the ship on the cradle from the keel to the cradle, i.e. transverse inclination and differential, i.e. longitudinal inclination.

2. The position of mortars and brackets by height from the base line and by half-width are checked by coincidence of the string, stretched along the axis of the shaft (the axis of the shaft is determined by the help of a light line), with the center of the openings of the mortars and brackets.

Проверка производится при помощи струны и линейки, устанавливаемой по горизонтальным и вертикальным центровым рис-

кам, нанесенным на носовых и кормовых торцах мортир и ступиц кронштейнов.

3. Положение мортир и кронштейнов по длине проверяют отвесом на совмещение кормовых кромок торцов мортир и ступиц кронштейнов с соответствующими рисками, нанесенными на планках, закрепленных на основании стапеля.

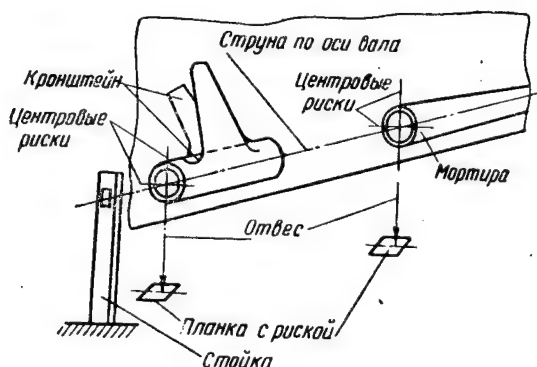


Рис. 209. Проверка установки мортир и кронштейнов

Описанные приемы проверки установки секций на стапеле применяют как на горизонтальном, так и на наклонном стапеле, но в последнем случае необходимо учитывать угол и величину уклона стапеля.

#### § 104. СПОСОБЫ ПРИЧЕРЧИВАНИЯ КРОМОК СЕКЦИЙ ПРИ СБОРКЕ

При сварной конструкции судна приходится делать пригонку деталей и секций путем причерчивания кромок, соединяемых под углом или встык.

Причерчивание кромок, соединяемых под углом, производят по шаблонам с места, особенно если кромки имеют криволинейные очертания, например, при установке поперечной переборки на второе дно, имеющее погибь. Для этого на шаблоне, изготовленном по месту, где будет устанавливаться конструкция или секция, наносят контрольные установочные риски. Шаблон используется как лекало, путем наложения которого на устанавливаемую конструкцию или секцию причерчивают необходимую кромку.

При причерчивании кромок, соединяемых встык, сближают две смежные секции и оставляют между их кромками зазор от 25 до 30 мм для плоскостных секций и от 100 до 200 мм — для объемных, а для блок-секций, для удобства снятия припусков, — еще больший зазор. После проверки параллельности теоретических линий крайних шпангоутов, нанесенных на

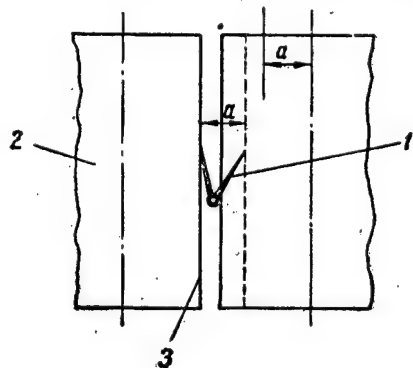


Рис. 210. Причерчивание кромок стыкуемой секции

обеих стыкуемых секциях, определяют, насколько фактическое расстояние между шпангоутами больше, чем расстояние по разбивке на плазе. Причерчивание производят большим циркулем 1 (рис. 210), раствор которого равен указанной разности  $a$ ; при этом одну ножку циркуля двигают по обработанной в чистый размер кромке 3 ранее установленной секции 2, а другой ножкой прочерчивают линии кромки стыка присоединяемой секции, имеющей припуск. Линию после причерчивания стыка кернят.

#### 105. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ПОЛОЖЕНИЯ КОРПУСА СУДНА НА СТАПЕЛЕ

Для обеспечения правильных чертежных размеров и формы глазовых обводов корпуса судна в процессе его постройки в течение всего стапельного периода ведется наблюдение за положением корпуса на стапеле.

Положение корпуса на стапеле рекомендуется проверять один раз в 10 дней. При этом пользуются базовыми линиями, нанесенными на стапеле.

Проверку по полушироте производят опусканием отвеса с линии диаметральной плоскости на корпусе на линию диаметральной плоскости, нанесенную на металлические ланки, закрепленные на основании стапеля.

За места проверки принимаются точки пересечения линии диаметральной плоскости теоретическими линиями крайних шпангоутов отдельных секций.

Проверку по высоте и дифференту производят сравнением положения точек основной линии корпуса при крайних шпангоутах секций с рисками контрольной основной линии, робитой на стене или колоннах стапеля.

Проверку производят шланговым ватерпасом и специальными рейками.

Проверку на крен производят сравнением высот горизонтальных контрольных линий, нанесенных на наружной обшивке правого и левого бортов корпуса судна и на стенах или колоннах стапеля, или кренометром, установленным на судне.

Проверку производят шланговым ватерпасом в трех точках каждого борта: в носу, корме и при миделе.

Систематический контроль за просадкой килевой линии производят при помощи контрольных приборов, устанавливаемых под

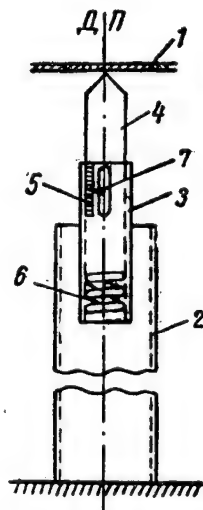


Рис. 211. Прибор для замера просадки килевой линии судна на стапеле:

1—килевой пояс наружной обшивки, 2—швеллер, 3—неподвижная часть прибора, 4—подвижная часть прибора, 5—шкала с делениями, 6—пружина, 7—указатель

жилом по линии диаметральной плоскости, в точках, указанных специальным чертежом (рис. 211).

Кроме того, проверку положения корпуса судна производят обязательно:

1) перед установкой, перед сдачей под сварку и после приварки фундаментов главных механизмов, мортир, кронштейнов, гребных валов и ахтерштевня;

2) перед и после расточки мортир и кронштейнов и обработки фундаментов;

3) перед испытанием корпуса на водонепроницаемость и после испытания;

4) перед пробивкой оси линии вала и в процессе монтажа линии вала и механизмов, а также после окончания монтажных работ;

5) перед нанесением, проверкой и сдачей нанесенной на корпус ватерлинии и марок глубины погружения судна.

Результаты всех замеров положения корпуса записывают в специальный журнал отклонений фактических размеров от плановых.

В этом же журнале указываются также даты производства замеров и состояние работ на судне в это время.

#### § 106. ПРОВЕРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПОСЛЕ СПУСКА СУДНА НА ВОДУ

После спуска судна на воду выполняют следующие проверочные работы:

1) определяют величину или угол крена, т. е. поперечного наклонения судна;

2) определяют величину или угол дифферента, т. е. продольного наклонения судна.

Только после определения величин крена и дифферента можно правильно установить на плаву конструкции и механизмы судна.

Правильность их установки проверяют по трем размерам: по длине — от шпангоутов, по полушироте — от диаметральной плоскости и по высоте — от основной линии или линии, ей параллельной. Установленные конструкции проверяют с учетом поперечного и продольного наклонений судна, т. е. крена и дифферента.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основной инструмент, необходимый для выполнения проверочных работ.

2. В чем состоит цель проверочных работ?

3. Расскажите, какие рейки применяют при проверке и как их снимают с плава?

4. Расскажите о проверочных работах, которые выполняются при изготовлении днищевой объемной секции.

5. Как производится проверка установки форштевня?

6. Как производится проверка установки ахтерштевня?

7. Как проверяют стапель перед сборкой на нем корпуса судна?

8. Расскажите об исходных плоскостях на стапеле, которые необходимы для сборки и проверки корпуса судна.
9. Как производится проверка установки на стапеле днищевой секции?
10. Как производится проверка установки скуловой и бортовой секции?
11. Как производится проверка установки поперечной переборки?
12. Как производится проверка установки продольной переборки?
13. Как производится проверка установки палубной секции?
14. Как производится проверка установки секции надстроек?
15. Как производится проверка установки мортир и кронштейнов?
16. Как пробивают световую линию?
17. Как производится проверка положения корпуса судна на стапеле?
18. В каких случаях обязательно производится проверка положения корпуса судна на стапеле?
19. Расскажите об устройстве кильблоков.
20. Как намечают линию диаметральной плоскости на стапеле?

## *Глава XI*

### **СТАПЕЛЬНАЯ СБОРКА КОРПУСА СУДНА**

#### **§ 107. ПОРЯДОК СБОРКИ КОРПУСА СУДНА НА СТАПЕЛЕ**

До внедрения электросварки в судостроении применялась клепка и корпус судна клепаной конструкции строили на стапеле из отдельных деталей, т. е. подетальным способом. На стапель укладывали отдельные листы наружной обшивки, части набора, детали переборок, палуб и т. п.

Последовательность постройки клепаного корпуса судна была такой.

Сначала на подготовленный стапель укладывали листы днищевой обшивки в средней части судна, и к работам могла приступить только одна бригада сборщиков. По мере укладки листов в нос и корму и на правый и левый борта в работу постепенно включалась вторая бригада сборщиков для установки днищевого поперечного и продольного набора.

После днищевого набора устанавливали бортовой набор, затем бимсы, переборки, наружную обшивку и т. д.

Бригады рабочих могли включаться в работу только постепенно, по мере «роста» корпуса судна, и только при значительной его готовности работы можно было выполнять одновременно в нескольких местах.

Детали сначала соединяли на болтах, а затем производили проверку сборки и клепку отдельных частей судна.

При таком способе постройки сборка корпуса судна производилась медленно, стоимость постройки корпуса была высокой.

Отдельные этапы постройки на стапеле крупного морского судна клепаной конструкции подетальным способом и последовательность сборки его корпуса показаны на рис. 212—214.

В настоящее время в связи с широким применением в судостроении предварительной сборки и сварки характер стапельных работ при постройке корпуса судна коренным образом изменился.

На стапель сейчас подаются для сборки не отдельные детали а предварительно собранные и сваренные секции или блок-секции

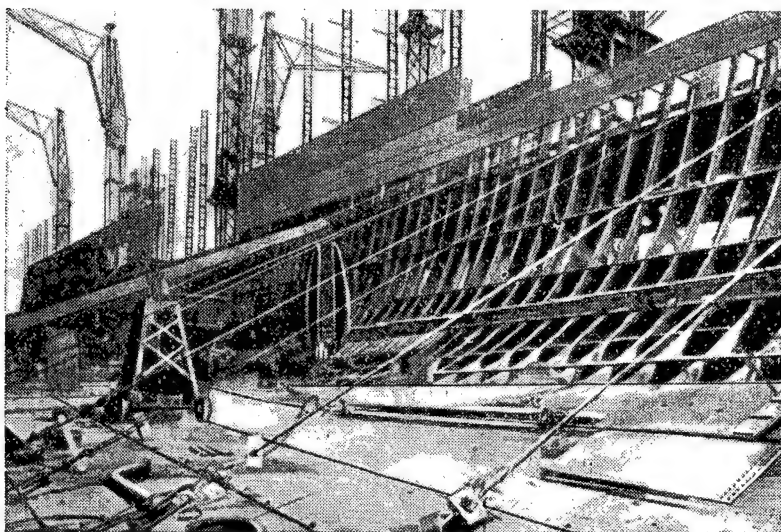


Рис. 212. Сборка настила второго дна и установка бортового набора на клепаное судно

из которых собирают весь корпус судна. Соответственно этому различают два способа сборки корпуса судна на стапеле:

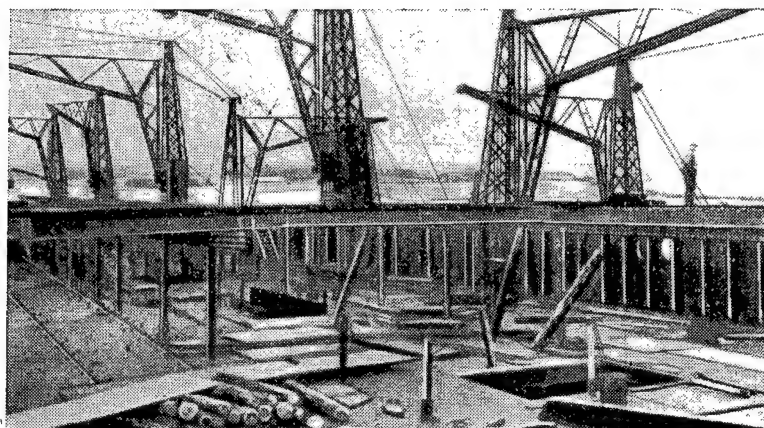


Рис. 213. Установка бимсов на клепаное судно

1) секционный, при котором корпус судна собирают из плоскостных и объемных секций;

2) блочно-секционный, при котором судно собирают из блок-кций со значительным насыщением.

Объем работ, выполняемых на стапеле, намного сократился. Примерно до 70—80% работ по постройке корпуса судна выполняют в сборочно-сварочных цехах при предварительной сборке и только 20—30% — на стапеле; при блочно-секционном способе постройки на стапеле выполняют еще меньше работ.

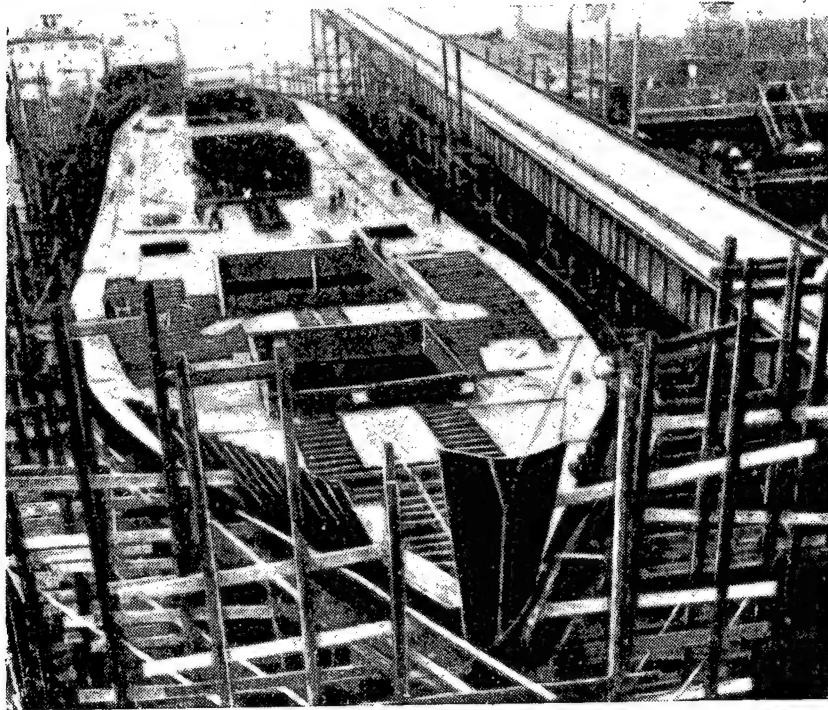


Рис. 214. Сборка листов настила палубы на клепаном судне

Секции и блок-секции перевозят или подают кранами на стапельные места, где остается произвести их стыкование, сварку межсекционных или кольцевых швов, испытать отсеки соединяемых районов, установить котлы, механизмы и устройства и окончательно оборудовать жилые и служебные помещения судна.

После этого судно спускают на воду или выводят из дока и выполняют дальнейшие достроечные работы.

Постройка небольших судов, выпускаемых в большом количестве крупными сериями, производится почти до полной готовности в сборочно-сварочных цехах поточным способом, на стапель же уда подаются только для спуска их на воду.



При секционном и блочно-секционном способах сборки значительно сокращаются сроки пребывания судна на стапеле и общее время его постройки.

Применение секционного и блочно-секционного способов сборки судна приводит также к уменьшению количества опорных устройств стапеля, особенно при использовании стапель-кондукторов.

#### § 108. СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СБОРКИ СУДОВ НА СТАПЕЛЕ

При секционном способе сборки корпус судна всегда начинают строить со средней части и идут последовательно в нос и корму одновременно на левый и правый борта и от днища к палубе.

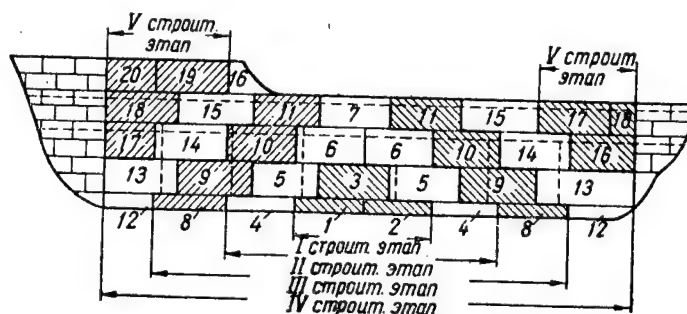


Рис. 215. Пирамидальный способ установки секций на стапеле

В настоящее время корпус судна собирают из отдельных секций двумя способами: пирамидальным и поэтажным (ленточным).

При пирамидальном способе сборки секции устанавливают отдельными группами в таком порядке, что они при соединении образуют подобие ступенчатой пирамиды (рис. 215).

На рисунке цифрами показана очередность установки секций.

Пирамидальную сборку секций группами продолжают до установки всех секций. Каждая пирамидальная группа секций составляет строительный этап.

Пирамидальный способ сборки получил широкое применение при постройке судов из секций, так как при этом способе сборки удается уменьшить общие деформации корпуса по его длине при сварке и, кроме того, можно выполнять работы по оборудованию и монтажу механизмов и устройств в средней части судна параллельно с установкой секций в оконечностях, что приводит к расширению фронта работ и сокращению срока пребывания судна на стапеле.

Поэтажный, или ленточный, способ сборки заключается в том, что секции устанавливают горизонтальными поясами (рис. 216). При этом вначале по всей длине судна устанавливают все днищевые секции, которые образуют как бы первый строительный этаж, затем ставят все скуловые секции, обра-

ующие второй этаж, а за ними — бортовые секции по всей длине удна и т. д.

При этом способе сборки возникают большие деформации корпуса при сварке, особенно в оконечностях, которые обычно приоднимаются кверху.

Из двух описанных способов сборки корпуса судна пирамидальный получил большее применение.

При блочно-секционном способе на стапель подаются отдельные большие блок-секции, состоящие из соединенных между собой екций и образующие полное поперечное сечение судна.

Блок-секции транспортируют на специальных тележках на стапельное место и кранами большой грузоподъемности устанавливают на стапельные кильблоки, на которых производят стыкование их и сварку по кольцевым монтажным стыкам.

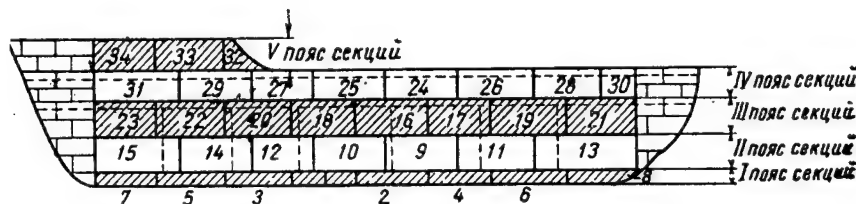


Рис. 216. Поэтажный способ установки секций на стапеле

При блочно-секционном способе время постройки судов еще больше сокращается, чем при секционном, так как при первом способе можно совместить и выполнять параллельно корпусные и монтажные работы и одновременно оборудовать помещения внутри блок-секций.

Таким образом, сборка судов на стапеле блочно-секционным способом более целесообразна, чем сборка из секций, но этот способ можно применять только для судов небольших и средних размеров, так как для крупных судов блок-секции получаются слишком тяжеловесными. Большие суда обычно строят секционным способом.

Сборка судов на стапеле, как и сборка секций в сборочно-сварочном цехе, может производиться одним из трех способов: конвейерным, поточно-позиционным и поточно-бригадным.

Сущность этих способов была изложена выше.

При конвейерном и поточно-позиционном способе постройки судов секции и блок-секции, образующие судно, подают на стапель на тележках с опорными устройствами (кильблоками, клетками, упорами и т. д.).

Тележки соединяют, а секции, которые на них установлены, причерчивают и сваривают по монтажным стыкам.

Соединенные тележки передвигаются вдоль пролетов стапель-

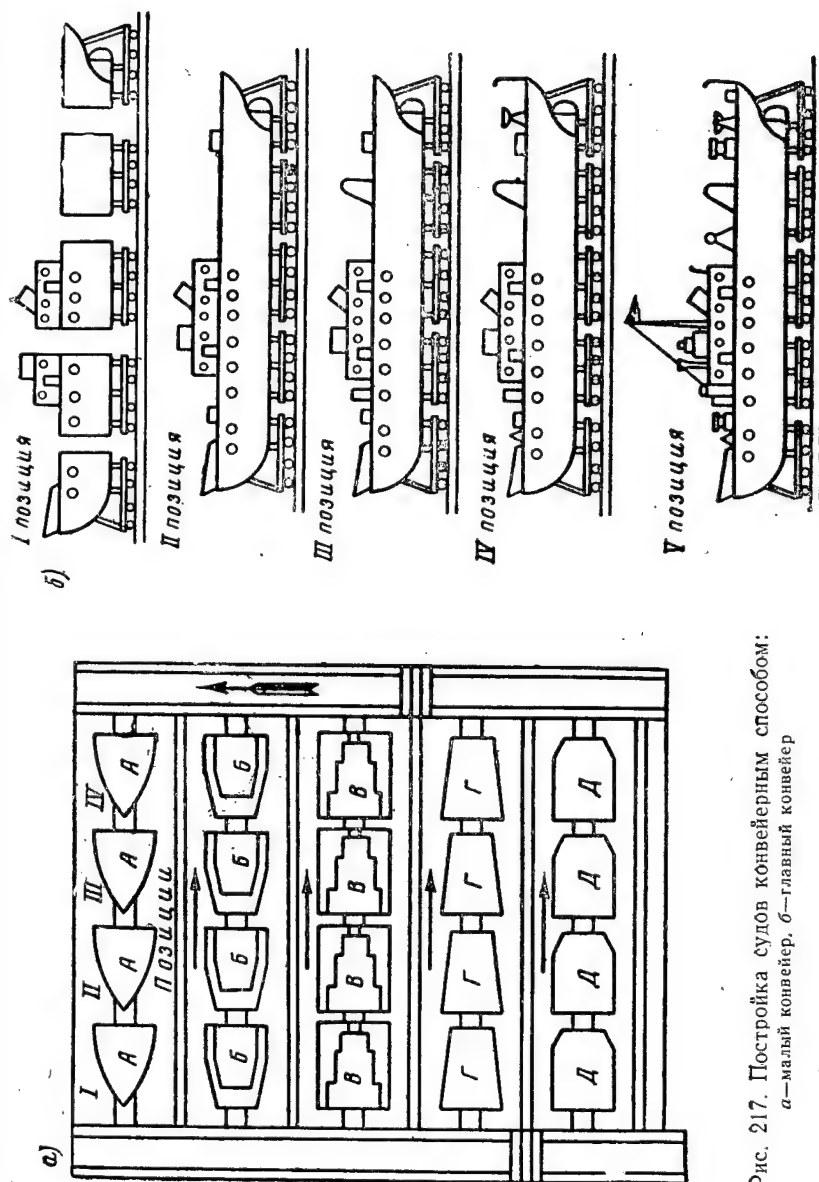


Рис. 217. Постройка судов конвейерным способом:  
а—малый конвейер, б—главный конвейер

ного цеха по потоку от одной позиции к другой. На каждой позиции специализированные бригады рабочих выполняют определенный, заранее намеченный объем работ по сборке, сварке, монтажу оборудования и пр.

На каждой позиции заранее готовят на стапельных площадках все необходимые узлы, комплекты и т. д., которые должны быть здесь установлены в секциях.

На последней позиции конвейера постройка судна заканчивается. На соединенных тележках его выводят на спусковой стапель для спуска на воду.

После спуска производят окончательную достройку, испытания и сдачу судна.

Со стапеля суда обычно спускают в большой степени готовности, и объем достроечных работ бывает незначительным.

Описанным способом строят небольшие однотипные суда большими сериями.

При постройке более крупных судов, вследствие трудности перемещения тяжеловесных секций с позиции на позицию, применяют поточно-бригадный метод постройки, при котором секции, составляющие судно, остаются неподвижными, а специализированные бригады рабочих переходят с одной секции на другую и выполняют на позициях определенную работу.

Ниже приводится описание постройки судна конвейерным способом (рис. 217).

Конвейер был связан с комплектовочным складом, на котором хранился запас деталей, узлов, секций, механизмов и т. д.

Конвейер был разделен на два участка: малый конвейер, на котором собирали блок-секции, и большой конвейер, на котором из блок-секций собирали и строили суда.

Судно было разбито на пять блок-секций, причем каждую блок-секцию собирали на отдельной тележке потоком на линиях малого конвейера по четырем позициям.

На малом конвейере на двух первых позициях производились сборка и сварка блок-секций, а на двух последних позициях — монтажные, малярные и отделочные работы в их отсеках и помещениях.

Изготовленные блок-секции передвигались на тележках на главный конвейер.

Постройка судна из блок-секций на главном конвейере производилась на пяти позициях следующим образом. На первых двух позициях производили стыкование и сварку блок-секций в корпус судна, а на трех остальных — окончательные монтажные и достроечные работы. На малом и большом конвейерах секции и корпус судна передвигали с позиции на позицию через 5 дней, а вся постройка судна продолжалась 25 дней.

В результате применения конвейерного способа достигаются значительное сокращение объема работ и ускорение постройки судна.

**§ 109. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СЕКЦИЯМ, ПОСТУПАЮЩИМ НА СТАПЕЛЬ**

1. Секции подаются на стапель после окончания всех работ по сборке и сварке, предусмотренных технологическими процессами.

2. Контуры секций по настилам и наборам должны быть обработаны в соответствии со схемой припусков.

3. На секциях с наружной стороны обшивки или палуб должны быть нанесены, закернены и обведены краской:

а) линия диаметральной плоскости или контрольная линия, параллельная диаметральной плоскости;

б) какая-нибудь ватерлиния или горизонтальная контрольная линия, параллельная ватерлинии;

в) три линии положения теоретических шпангоутов (два крайних и средний);

г) контрольные линии контура секций (полотнищ и набора) на расстоянии 50 мм от положения теоретического контура (на настилах эти контрольные линии наносятся с внутренней стороны).

4. Секции должны иметь сопроводительный паспорт, в котором, кроме основных данных, должны быть указаны фактические отклонения обводов секций от обводов плаза, теоретические и фактические веса, а также вес металла технологических припусков и всех временных раскреплений, установленных на секции.

5. Секции должны иметь необходимое количество обухов для подъема и транспортировки.

6. Для лучшего сближения концы всего поперечного и продольного набора секций у их монтажных стыков и пазов, подлежащие соединению на стапеле друг с другом или с набором другой секции, не должны привариваться к своим конструкциям на длине около 300—500 мм от теоретических линий обреза концов набора.

При этом суммарная длина неприваренных концов по монтажному соединению для стыкуемого набора должна быть около 1000 мм, а для притыкаемого набора — около 600 мм.

7. По свободным кромкам контура секций сборочно-сварочный цех должен установить временные ребра жесткости, называемые рыбинами, для предупреждения появления волнистости полотнища при сварке и деформаций при транспортировке. Эти ребра жесткости устанавливают на расстоянии 150—200 мм от свободных кромок полотнища согласно схеме установки рыбин.

**§ 110. УСТАНОВКА ДНИЩЕВЫХ СЕКЦИЙ НА СТАПЕЛЬ**

Перед сборкой корпуса судна готовят стапель: устанавливают набор кильблоков по форме килевой линии судна, готовят упоры, подставки, талрепы, тяги и т. д. для раскрепления секций на стапеле и подтягивания их.

На поверхность кильблоков наносят линию диаметральной плоскости судна и теоретические линии шпангоутов.

Обычно сборку корпуса судна на стапеле начинают с установки днищевых секций в средней части и продолжают в нос и корму.

Среднюю днищевую секцию устанавливают в следующем порядке. Секцию подают на стапель и устанавливают краном на кильблоки. При этом совмещают линию диаметральной плоскости и теоретическую линию среднего шпангоута секции с контрольными линиями стапеля. В случае необходимости под продольные днищевые связи, например под стрингеры, устанавливают с каждого борта упоры (рис. 218, а).

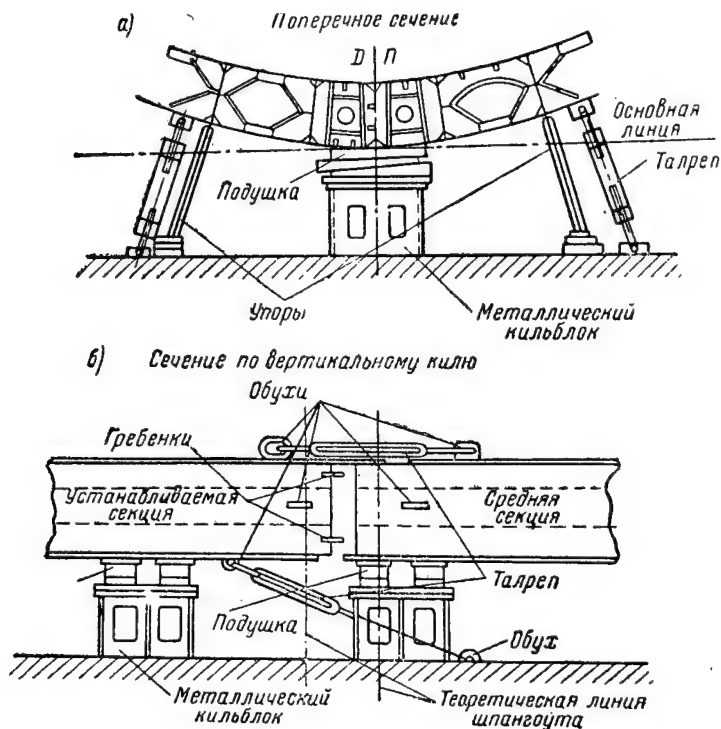


Рис. 218. Установка днищевой секции на стапель

Для выравнивания секции по обеим сторонам ее к обшивке днища приваривают обуши для талрепов.

Установку первой днищевой секции (обычно в миделевой части судна) проверяют, как указано в § 103.

Если проверка показала, что секцию надо сместить, то применяют тяги, талрепы, домкраты, подбивку клиньев под кильблоки.

После проверки секцию окончательно закрепляют на стапеле галрепами, подбивают подставки, клинья кильблоков и вторично проверяют все точки.

После установки проверяют и зачищают торцевые кромки секции и готовят их для стыкования со следующими секциями.

Среднюю днищевую секцию обычно подают на стапель без припусков по стыковым кромкам.

Следующую днищевую секцию устанавливают так. Помещают в междудонное пространство детали и узлы, которые не были поставлены на секцию, потому что они попадали на монтажные стыки, и краном устанавливают ее на стапельные кильблоки.

По мере надобности устанавливают под секцию подставы с каждого борта.

После этого совмещают теоретическую линию диаметральной плоскости на секции с линией диаметральной плоскости на кильблоках стапеля. К секции устанавливают подставы с каждого борта. Затем ставят и приваривают по два временных обуха на наружной обшивке и на втором дне в районе смежных монтажных стыков и при помощи тег и талрепов подтягивают устанавливаемую секцию к ранее установленной до зазора 100—50 мм (рис. 218,б).

Проверяют секцию в четырех угловых точках на горизонтальность, выравнивают при помощи подстав, тег и талрепов и закрепляют на стапеле.

Проверяют по контуру монтажного стыка на наружной обшивке, на настиле второго дна и на продольном наборе зазор и намечают припуск и неровности. После удаления припуска и неровностей производят разделку кромок для монтажной сварки. После этого ослабляют крепление секции к стапелю и подтягивают ее к ранее установленной секции до упора. Проверяют правильность стыкования и положение обеих секций, готовят к ручной сварке наружную обшивку, второе дно и продольный набор. Для этого выравнивают кромки листов и набора до совмещения плоскостей и закрепляют электроприхватками.

Для облегчения стыкования секций к ним приваривают направляющие ребра в виде коротких планок или угольников.

Наконец снимают тег, талрепы и обухи секций, окончательно проверяют их установку, закрепляют к стапелю и сдают секции для сварки.

Таким же образом устанавливают и остальные днищевые секции.

### § 111. УСТАНОВКА СКУЛОВЫХ И БОРТОВЫХ СЕКЦИЙ НА СТАПЕЛЬ

Скуловые секции начинают устанавливать на стапель также со средней части судна. Поданную краном секцию ставят на одну или две клетки, устанавливают два-три упора (рис. 219) и приваривают к наружной обшивке и ко второму дну обуха для подтягивания.



При помощи талрепов секцию притягивают к днищевым секциям и выравнивают тягами и упорами.

Положение секции на стапеле проверяют, как указано в § 103.

После этого секцию закрепляют и намечают на наружной обшивке, на втором дне и поперечном наборе припуска и неровности так же, как на днищевых секциях.

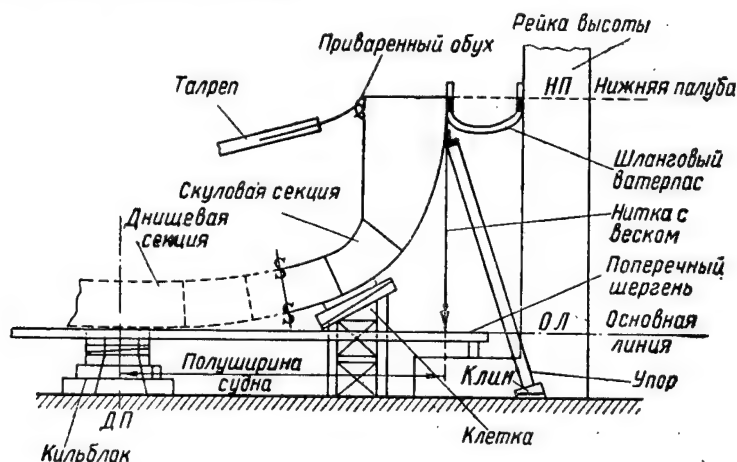


Рис. 219. Установки скуловой секции на стапеле

Затем обрезают припуски, обычно газорезкой с последующей зачисткой пневматическим зубилом, подтягивают до упора скуловую секцию к днищевой, после чего выравнивают кромки, окончательно проверяют положение секций и производят стыкование их под сварку.

Таким же образом устанавливают и остальные скуловые секции. Установку и проверку их производят дважды: один раз — для причерчивания, второй — после удаления припусков и неровностей и подготовки монтажных кромок для сварки.

Обычно каждая секция имеет по одному своему пазу и стыку припуски порядка 10—20 мм, второй паз и стык делают в чистый размер. Бортовые секции устанавливают на стапель аналогично скуловым.

#### § 112. УСТАНОВКА НА СУДНО ПОПЕРЕЧНЫХ ПЕРЕБОРОК

Переборки ставят до и после установки бортовых секций. В последнем случае их устанавливают в следующем порядке. Прежде всего по данным плаза проверяют полушироты бортов бортовых секций в районе установки поперечных переборок. Выравнивают и закрепляют бортовые секции по полушироте при помощи упоров и талрепов. Затем намечают меловой ниткой теоретическую линию установки переборки на настиле второго дна и на бортах и прива-

ривают к ним направляющие гребенки на расстоянии 400—500 мм друг от друга. На полотнище переборки наносят контрольную линию диаметральной плоскости и грузовую ватерлинию, а также приваривают по два обуха с каждой стороны для временного крепления переборки к настилу второго дна.

Переборку подают на судно обрезанной в чистый размер по бортам и палубе и с припуском по второму дну для пригонки по месту.

Переборку устанавливают на свое место, выравнивают при помощи тяг в вертикальной плоскости и по веску проверяют на вертикальность. Затем определяют и причерчивают припуск по настилу второго дна, снимают временные крепления, переборку поднимают краном и кладут на деревянные прокладки для удобства удаления припуска. Иногда с места, т. е. с настила второго дна, снимают шаблон, намечают и снимают припуск до установки переборки на судно. После этого переборку устанавливают на свое место, снова закрепляют и выравнивают при помощи тяг в вертикально-поперечной плоскости по веску. После проверки правильности установки способами, описанными в § 103, переборку обжимают по настилу второго дна и бортам и закрепляют электроприхватками.

Если у переборки на стойках имеются кницы для крепления ко второму дну или к палубе, их также подгоняют и закрепляют электроприхватками.

### § 113. УСТАНОВКА СЕКЦИИ ПАЛУБ НА СУДНО

Секции палуб подают на стапель обрезанными в чистый размер по пазам. На полотнище секции должны быть нанесены теоретическая линия диаметральной плоскости и положение линий среднего и крайних шпангоутов.

Для поддержания настила палубы вдоль диаметральной плоскости устанавливают прогоны, т. е. продольные брусья, опирающиеся на подставы с клиньями (рис. 220). Иногда ставят металлические упоры с распорными домкратами.

После этого намечают линиями места установки секций на внутренней стороне наружной обшивки бортов, на поперечном наборе и на поперечных переборках, если они находятся в районе установки секции палубы.

Затем к наружной обшивке бортов по намеченным линиям приваривают временные угольники — коротыши, которые служат установочными планками для настила палубы и определяют его положение по высоте у бортов.

На палубном настиле и наружной обшивке приваривают временные обухи для подтягивания секции.

Если требуется, выравнивают погнутые кромки настила и выступающие части набора.

Если по верхней кромке набора судна и переборок имеются припуски, — их удаляют.

После этого подают секцию краном на место, укладывают на прогоны в средней части и установочные планки по бортам. Проверяют положение настила по высоте при диаметральной плоскости и регулируют его высоту при помощи домкратов или клиньев под подставами прогонов.

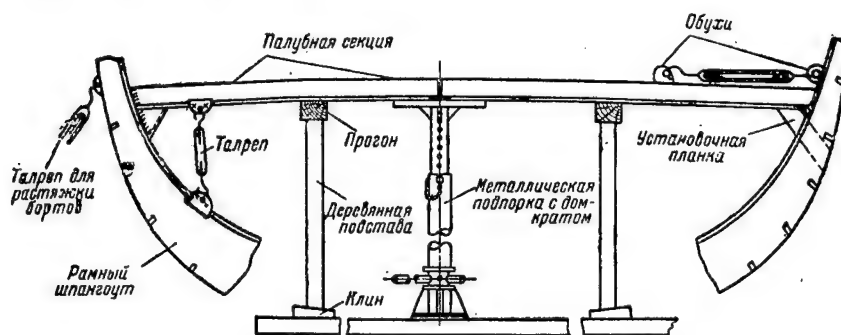


Рис. 220. Установка палубной секции

Положение секции настилов проверяют способами, указанными в § 103. Настил, если это необходимо, передвигают в длину и прижимают к поперечному набору судна при помощи приваренных обухов и талрепов.

#### § 114. УСТАНОВКА НОСОВОЙ ОБЪЕМНОЙ СЕКЦИИ

Носовую объемную секцию устанавливают на стапель в следующей последовательности. Проверяют набор носовых кильблоков, придают им при помощи шаблона форму килевого пояса секции. Подготавливают для установки по два упора с каждого борта секции. После этого секцию подают на стапель и устанавливают на кильблоки, а для ее устойчивости ставят с каждого борта по два упора (рис. 221).

Затем секцию выравнивают и проверяют ее положение по диаметральной плоскости, по длине — по продольной растяжке и, кроме того, по высоте — от основной линии.

После этого секцию подтягивают к основному корпусу на расстояние 100—50 мм при помощи обухов и талрепов, намечают и обрезают припуски по монтажным стыкам наружной обшивки, продольного набора и настилам палуб.

Затем подтягивают секцию к основному корпусу до упора и после проверки правильности ее положения выравнивают наружную обшивку, палубы и набор до совмещения их плоскостей.

После этого обжимают и стыкуют наружную обшивку у киля и в дальнейшем производят обжатие вверх, последовательно от киля к палубам.

Настилы палуб секции стыкуют также снизу вверх — сначала платформу, затем нижнюю палубу, далее верхнюю палубу и т. д. Настилы соединяют следующим образом. Сначала стыкуют продольный набор под настилами, а затем соединяют настилы при помощи гребенок. При предварительной сборке секции листы настила в частях, примыкающих к бортам, не доваривают до монтажного стыка на расстояние около 500 мм для удобства пригонки при стыковании секции на стапеле. Поэтому при установке носовой секции на место и стыковании настилов одновременно обжимают эти настилы в районе стыков у бортов и закрепляют электроприхватками.

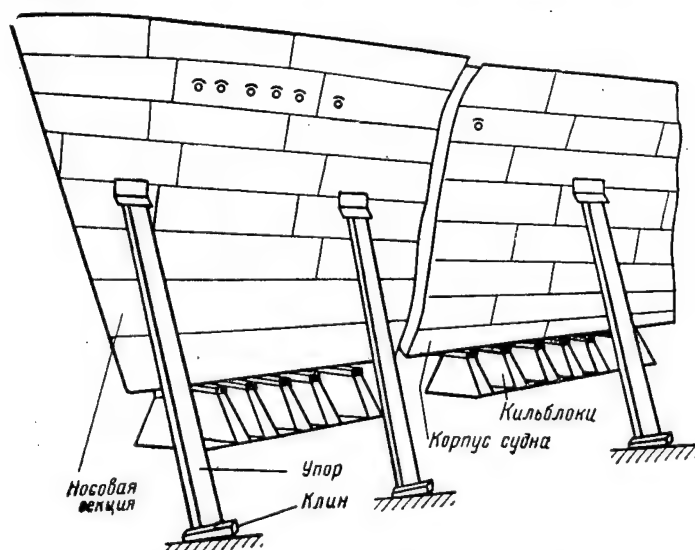


Рис. 221. Установка носовой объемной секции

После этого снимают талрепы и все временные обухи и места их установки зачищают.

Наконец, производят окончательную проверку установки секции по трем направлениям — высоте, длине и полушироте — и производят сварку.

#### § 115. УСТАНОВКА НАДСТРОЕК НА СУДНО

Если надстройки поступают на стапель собранными вместе с палубой, на которой они расположены на судне, то установку их производят таким же образом, как и установку секций палуб.

В случае, если надстройку собирают в сборочно-сварочном цехе без палубы, она имеет припуск по нижним кромкам для причерчивания ее стенок к настилу палубы.

Проверяют наличие на наружных продольных стенках надстройки контрольной горизонтальной линии и теоретической линии среднего шпангоута, а на торцевых стенках — линии диаметральной плоскости. Перед погрузкой надстройки на палубе судна наносят и пробивают линию диаметральной плоскости и теоретическую линию среднего шпангоута в районе установки надстройки. От этих линий, пользуясь продольной и поперечной растяжкой, намечают на палубе наружный контур нижней части надстройки и ее внутренних переборок.

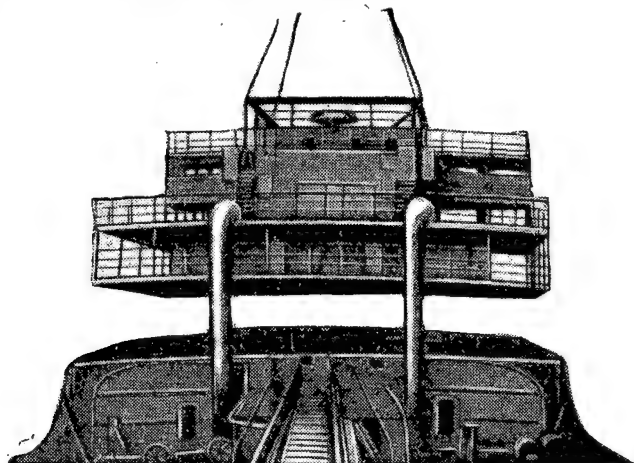


Рис. 222. Установка блок-секции средней надстройки на палубу

Сначала надстройку устанавливают на деревянные прокладки на некотором расстоянии от палубы и совмещают стенки ее с нанесенными на настиле палубы контурными и контрольными линиями. После этого проверяют горизонтальность надстройки относительно палубы. Затем намечают на наружных стенках и внутренних переборках надстройки припуски по нижним кромкам, срезают их, убирают прокладки, вторично устанавливают надстройку на место, проверяют ее положение и окончательно закрепляют ее на палубе. Проверка установки надстройки производится способами, описанными в § 103.

Таким же образом устанавливают на палубах рубки и кожухи. На рис. 222 показана установка блок-секции надстройки на судно.

#### § 116. УСТАНОВКА КРОНШТЕЙНОВ И МОРТИР ГРЕБНОГО ВАЛА

По корпусу судна в районе установки мортир и кронштейнов должны быть в основном закончены сборочные и сварочные работы, но надо оставить в соответствующих местах забойные участки

продольного и поперечного набора и обшивки. Предварительно должна быть пробита световая линия оси гребного вала.

Сначала для поддержания мортир и кронштейнов набирают передвижные блок-салазки и с установленными на них отливками передвигают к месту установки.

Отливки приподнимают и предварительно закрепляют к поперечному и продольному набору судна тягами и подставами (рис. 223).

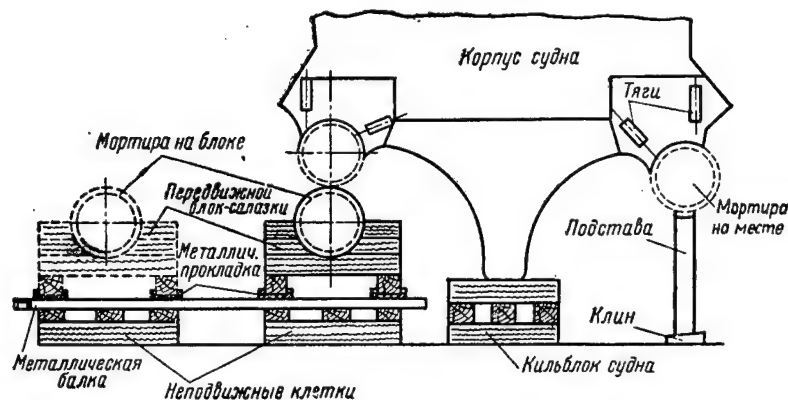


Рис. 223. Установка мортир на судно

Затем по следу световой линии через втулки отливок натягивают стеклин, проверяют их установку по нанесенным на торцах осевым линиям и устраняют отклонения (продольное по полушироте и высоте) при помощи талей, домкратов и подстав.

Правильность положения отливок проверяют по внутренней полости втулок с их носового и кормового торцов способами, указанными в § 103.

После проверки заделывают забойные участки и отливки полностью соединяют с наружной обшивкой и набором путем клепки или электросварки.

После полного окончания всех сборочных и сварочных или клепальных работ и испытания на непроницаемость отсеков кормовой части и корпуса вторично пробивают световую линию оси вала, чтобы проверить положение оси отливок до расточки и правильно произвести ее.

После расточки мортир и кронштейнов пробивают световую линию вала в третий, последний, раз для проверки правильности произведенной расточки.

#### **§ 117. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СБОРКИ СЕКЦИЙ ПОД СВАРКУ НА СТАПЕЛЕ**

При соединении секций и блок-секций между собой в общий корпус судна на стапеле наиболее часто применяются следующие приспособления:

1. Талрепы—для взаимного подтягивания секций и блок-секций (см. рис. 218).

2. Скоба-прижим (рис. 224,а) или сборочный ломик (рис. 224,б) с последующим креплением кромок специальными гребенками (рис. 224,в) для установки секций под причерчивание, выравнивание монтажных кромок листов и набора. Расстояние между гребенками для листов принимается от 200 до 500 мм. У концов набора устанавливается не менее двух гребенок на стык. При подтягивании секций и блок-секций под причерчивание обычно обеспечивают зазор от 50 до 100 мм для всех элементов соединения.

3. Распорные домкраты (рис. 224,г) и другие приспособления для наведения концов продольного и поперечного набора по линии стыкования.

4. Упоры (рис. 224,д) с последующим закреплением кромок направляющими гребенками (рис. 224,е) при установке под причерчивание секций переборок и выгородок, выравнивание монтажных кромок листов полотнищ, примыкающих к настилу. Гребенками этой формы пользуются так же, как наводящими опорными планками, при установке переборок на какой-либо настил.

5. Приспособления, показанные на рис. 224,ж и 224,з, для выравнивания в плоскости и по высоте при стыковании под сварку набора из таврового профиля (бимсы, карлингсы, шпангоуты и т. п.).

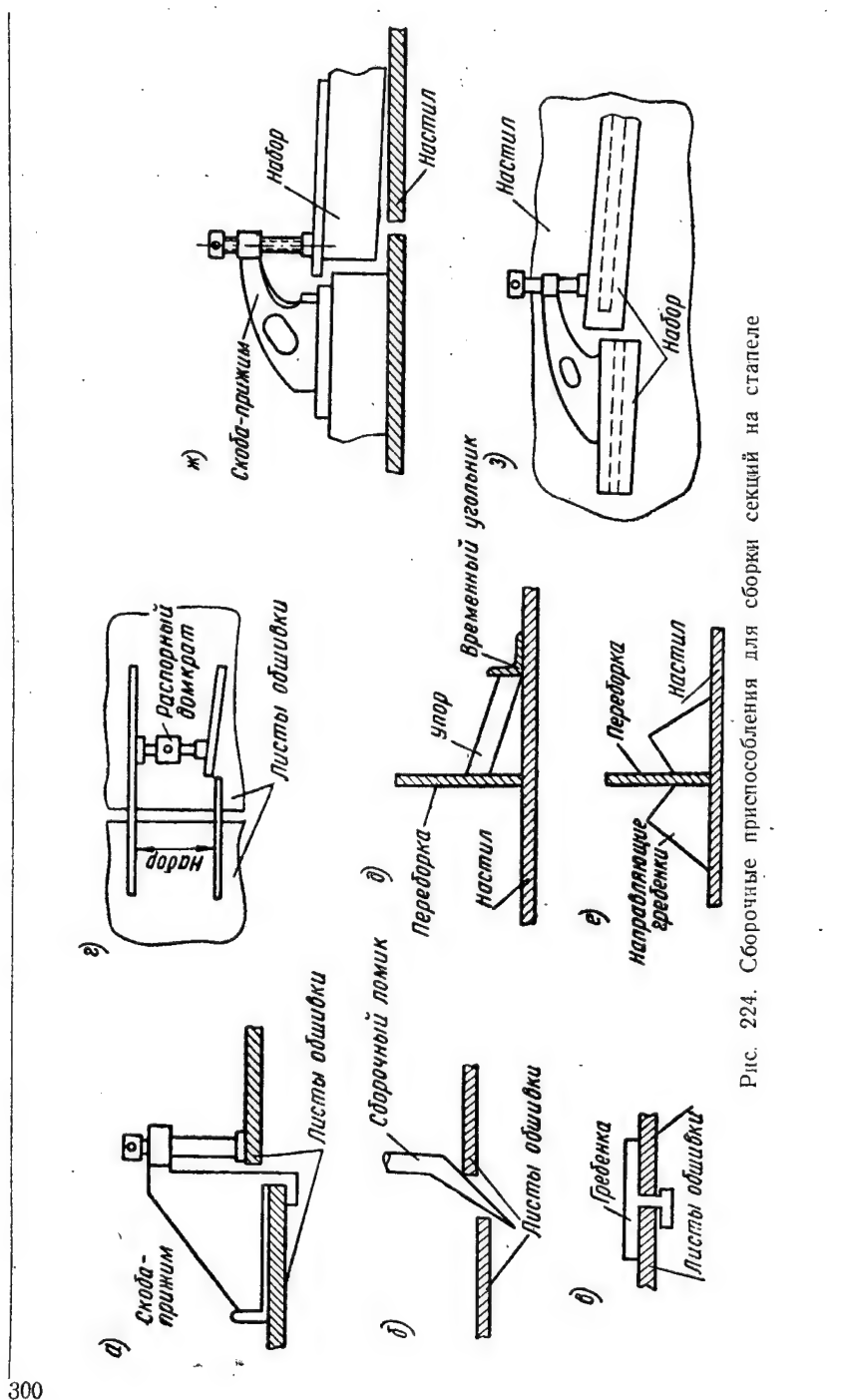
#### **§ 118. СТАПЕЛЬНАЯ СБОРКА МОРСКИХ БАРЖ СЕКЦИОННЫМ СПОСОБОМ**

В качестве примера опишем стапельную сборку морской несамоходной баржи грузоподъемностью 250 т, длиной 40 м, шириной 7,4 м. При постройке баржа была разбита на 20 секций: днищевые, бортовые, палубные, секции поперечных переборок и надстроек (см. рис. 163).

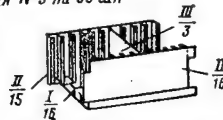
Стапельная сборка баржи заключалась в соединении отдельных секций и производилась по шести строительным этапам (этапом называется заранее определенный объем работ по установке группы секций на стапель).

Последовательность установки секций по этапам согласно намеченной технологии видна из рис. 225. На рисунке показано какие секции входят в каждый этап и в какой последовательности их устанавливали на стапель.

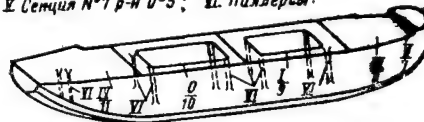




**I этап. Установка секций днища, бортов и переборки в средней части**  
 I. Секция №16 р-н 32 1/2-50 1/2  
 II. Секция №15 р-н 33 1/2-52 1/2  
 III. Секция №3 на 39 шп



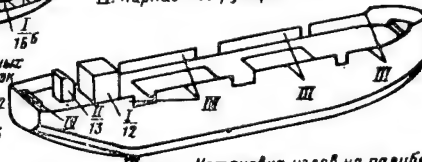
**II этап. Установка секций палуб и пиллерсов**  
 I. Секция №9 р-н 20 1/2-41; II. Секция №10 р-н 41-57  
 III. Секция №8 р-н 5-20 1/2; IV. Секция №11 р-н 57-79  
 V. Секция №7 р-н 0-5; VI. Пиллерсы.



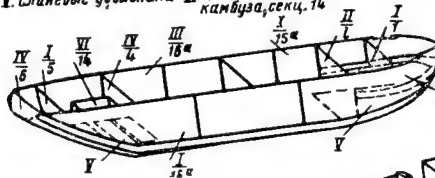
**III этап. Установка днищевых секций в оконечностях**  
 I. Днищевая носовая секция №16<sup>а</sup>  
 II. Кормовая днищевая секция №16<sup>б</sup>  
 III. Подкрепляющий кран на 39 переборке



**IV этап. Установка надстроек фальшборта и т.п.**  
 I. Штурвальная рубка, секция №12  
 II. Тамбур в жилом помещении, секция №13  
 III. Фальшборт с подкреплениями  
 IV. Каркас под румпельную решетку



**V этап. Установка бортовых секций и поперечных переборок**  
 I. Носовые бортовые секции №15<sup>а</sup>  
 II. Поперечные переборки на 11 и 18 шп, секц. №1 и 2  
 III. Кормовые бортовые секции №15<sup>б</sup>  
 IV. Поперечные переборки на 61, 73 и 77 шп, секц. 4, 5, 6  
 V. Сланевые узлы и настил камбуза, секц. 14



**VI этап. Установка узлов на палубе**  
 I. Фундаменты: узлы №20, 21, 22, 23, 24, 25, 26  
 II. Подкрепления: узлы №18, 24, 29, 27, 28, 31  
 III. Площадки: узлы №17 и 38  
 IV. Подпятник руля, узел №19

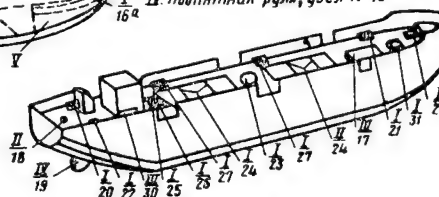


Рис. 225. Последовательность установки секций баржи на стапеле по строительным этапам

Как и при сборке всякого судна, секции устанавливали на стапель, начиная со средней части и далее в нос и корму, от диаметральной плоскости к обоим бортам и от днища вверх к палубе.

Секции изготовляли в чистый размер и подавали на стапель без припусков по монтажным пазам и стыкам (ввиду небольшого их количества и, кроме того, исходя из назначения барж, допускались некоторые отклонения по длине судна после его постройки). Стыкование на стапеле секций без припусков затруднений не вызывало.

Перед установкой днищевых секций в носу и корме были набраны кильблоки по форме килевой линии баржи по шаблонам с плаза.

Установка секций на I строительном этапе показана на рис. 226.

Днищевые секции носовой и кормовой оконечностей устанавливали на II строительном этапе, что видно из рис. 227.

На III этапе устанавливали поперечные переборки в носовой (рис. 228,а) и кормовой (рис. 228,б) оконечностях судна и бортовые секции.

На IV этапе собирали секции палуб, на V — секции надстроек, рубок и камбуза, а на VI — фундаменты под оборудование, площадки, подкрепления и пр.

Секции фальшборта, надстройки и фундаменты устанавливали после сварки секций корпуса.

Сварку на стапеле начинали после окончания установки секций III строительного этапа и производили ее в следующей последовательности:

- 1) сваривали монтажные пазы наружной обшивки днищевых секций;
- 2) сваривали поперечный набор в отдельных секциях по обводу шпангоутной рамки;
- 3) приваривали поперечные переборки к днищу и бортам;
- 4) заваривали монтажные стыки;
- 5) секции палубы сначала сваривали по монтажным стыкам, а затем их приваривали к наружной обшивке бортов.

При описанной последовательности сварки междусекционные пазы и стыки наружной обшивки и палубы были сварены без заметных бухтин. По окончании сборки и сварки были замерены главные размерения корпуса; они имели на всех баржах допустимые отклонения от чертежных размеров.

#### § 119. СТАПЕЛЬНАЯ СБОРКА РЕЧНЫХ БАРЖ

В качестве примера приводим описание стапельной сборки речных барж.

Стапельная сборка речных барж производилась в соответствии с принятой технологией по девяти строительным этапам.

Количество секций, на которое была разбита баржа, их наименование, район, вес и табариты приведены в табл. 11.

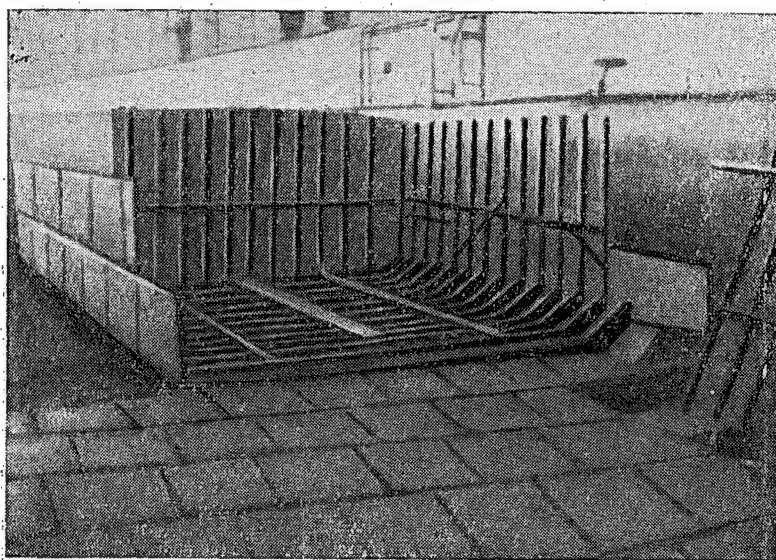


Рис. 226. Установка секций на I строительном этапе

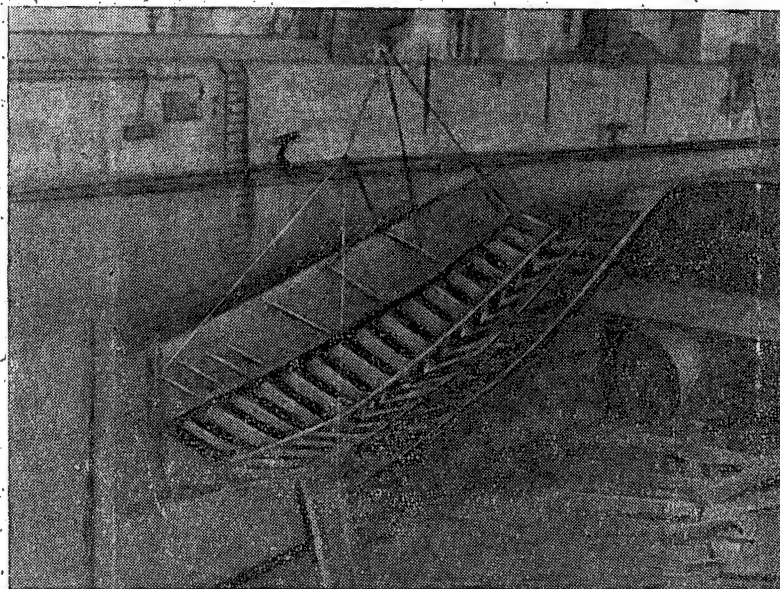


Рис. 227. Установка днищевой секции в кормовой оконечности на II строительном этапе

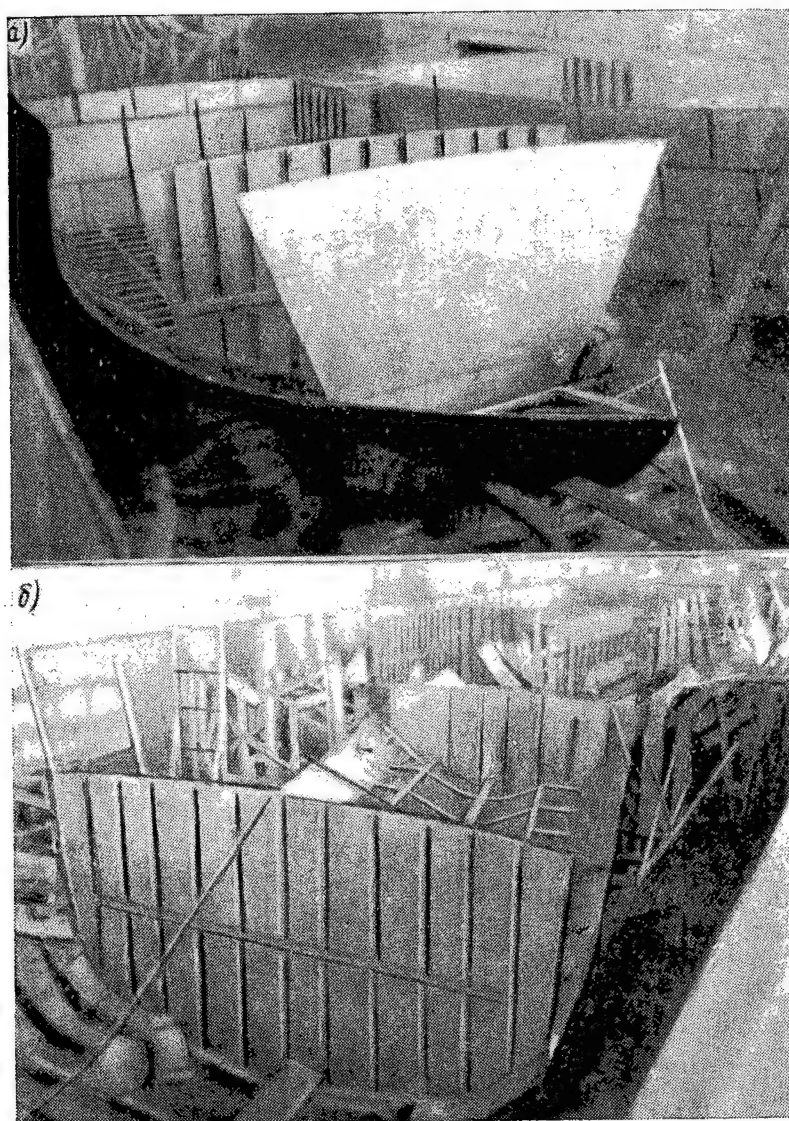


Рис. 228. Установка поперечных переборок на III строительном этапе

Таблица 11

## Разбивка корпуса речной баржи на секции

№ сек-ции	Наименование секций	Район шпангоутов	Количество на объект	Вес, т	Габариты, м		
					длина	ширина	высота
1	Палуба	0—8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	4,0	5,0	9,0	—
2	»	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	9,6	12,0	9,0	—
3	»	14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	7,8	12,0	9,0	—
4	»	20 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	5,1	5,7	7,0	—
5	»	28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —38	1	5,2	5,5	9,0	—
6	Бортовая забойная	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	0,8	3,5	—	2,5
7	Бортовая	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	3,5	12,5	—	2,5
8	»	16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —22 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	2,4	12,0	—	2,5
9	Кормовая забойная	22 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —32	2	1,2	5,5	—	2,5
10	Носовая объемная	0—11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	1,0	2,0	5,5	2,0
11	Днище	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	3,2	7,0	9,0	—
12	»	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	6,4	12,6	9,0	—
13	»	15 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —21 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	6,6	12,5	9,0	—
14	»	21 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —32 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	3,5	6,5	9,0	—
15	Кормовая объемная	32 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —38	1	4,0	9,0	9,0	—
16	Поперечная переборка	8,22	2	1,2	—	9,0	2,5
17	То же	12,18	6	0,6	—	4,5	2,5
18	»	34	1	0,6	—	9,0	2,5
19	Продольная переборка	0—8	1	1,0	4,5	—	2,5
20	То же	8—16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	1,8	14,5	—	2,5
21	»	16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —22	1	1,8	14,5	—	2,5
22	Надстройка	—	1	3,0	5,5	6,5	3,0
23	Кринолин	—	1	1,0	1,5	9,0	1,0
24	Гальюн	—	1	0,4	1,5	1,5	2,0
25	Пиллерсы	—	1 компл.	0,7	—	—	2,0
26	Крышки горловин	—	1	0,45	—	—	—
27	Якорные клюзы	—	2	0,8	—	—	—
28	Битент	—	1	0,15	—	—	—
29	Секторы рулей	—	2	0,10	—	—	—
30	Рули	—	2	0,30	—	—	—
31	Рулевой привод	—	1	0,10	—	—	—
32	Привальный брус	—	1 компл.	0,20	—	—	—

Ведомость этапов сборки с указанием краткого содержания работ и номеров секций приведена в табл. 12.

Таблица 12

## Ведомость этапов строительства речной баржи

№ этапов	Краткое описание работ на этапах	№ секций, устанавливаемых на этапе	Вес секции этапа, т
I	Подготовка стапеля и установка четырех секций днища	11, 12, 13, 14	19,7
II	Установка секций продольной переборки	20, 21	3,6

Продолжение табл. 12

№ этапа	Краткое описание работ на этапах	№ секций, устанавливаемых на этапе	Вес секции этапа, т
III	Установка средних секций правого и левого бортов	7,8	11,8
IV	Установка поперечных переборок	16,17	6,0
V	Установка оконечностей, сварка стыков и пазов I—IV этапов	10, 19, 15, 18	6,6
VI	Установка забойных секций борта, испытание отсеков на водонепроницаемость	6,9	4,0
VII	Установка палубы, сварка стыков V и VI этапов, сварка палубы	1, 2, 3, 4, 5	32,0
VIII	Установка криволинейной надстройки, испытание пиков и верхней палубы на водонепроницаемость, установка деревянного привального бруса	22, 23, 24, 25 27, 28, 32	6,05
IX	Монтаж рулей, рулевого привода, спуск судна на воду	29, 30, 31	—

Технологическая последовательность установки секций по этапам приведена на рис. 229.

В процессе сборки проверяли правильность установки отдельных секций и соединяли междусекционные стыки и пазы. Сварку баржи производили согласно разработанной технологии — от средней части к оконечностям и от диаметральной плоскости к бортам.

Несмотря на то, что плоскостные и объемные секции были предварительно собраны в чистый размер, сборка по междусекционным стыкам и пазам на стапеле не представляла затруднений.

#### § 120. СТАПЕЛЬНАЯ СБОРКА СУДНА БЛОЧНО-СЕКЦИОННЫМ СПОСОБОМ

Постройка судна блочно-секционным способом была произведена на одном из заводов при серийной сборке однотипных судов.

Корпус был разбит на следующие семь блок-секций, из которых первые пять составляли непосредственно корпус, а две последние — судовые надстройки (рис. 230):

блок-секция № 1 — корма длиной 19,23 м, весом 62 т;

блок-секция № 2 — машинное отделение длиной 13,96 м, весом 112 т;

блок-секция № 3 — котельное отделение длиной 11 м, весом 83 т;

блок-секция № 4 — средняя секция носовой части длиной 13,34 м, весом 55 т (рис. 231,а);

блок-секция № 5 — носовая часть длиной 11,78 м, весом 46 т (рис. 231,б);



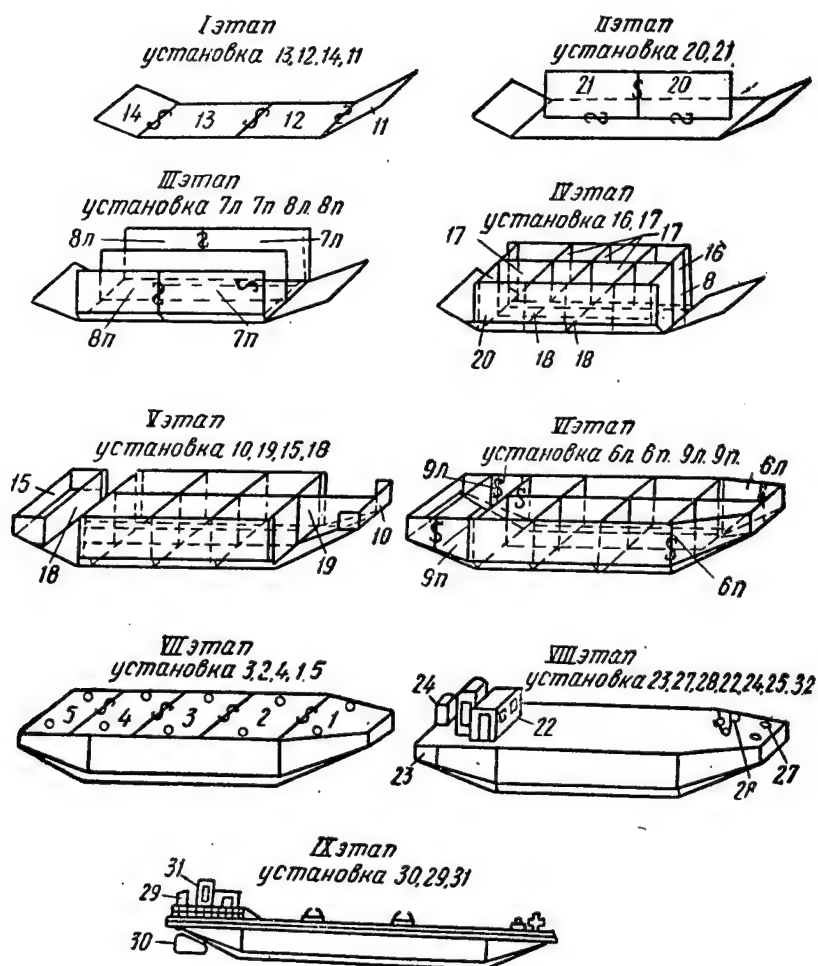


Рис. 229. Технологическая последовательность сборки речной баржи

блок-секция № 6 — надстройка длиной 24,2 м, весом 44 т;

блок-секция № 7 — мостик длиной 9,8 м, весом 21 т.

Чистый вес металлического корпуса судна составлял 220 т, общий же вес готовых смонтированных блок-секций, включая вес котлов, оборудования и части вспомогательных механизмов, составлял около 420 т.

Блок-секции изготовляли до полной готовности в цехе и транспортировали на стапель с помощью специальной тележки для тяжеловесов грузоподъемностью 130 т, представлявшей собой металлическую раму из массивных швеллеров на 32 катках. Весь путь тележек был перекрыт стальными листами толщиной 10—12 м. Тележки подтягивали по пути краном посредством системы грузовых блоков. К верхней раме тележки крепились продольные дорожки из деревянных брусьев, по которым транспортируемые блок-секции перетаскивали на тележки.

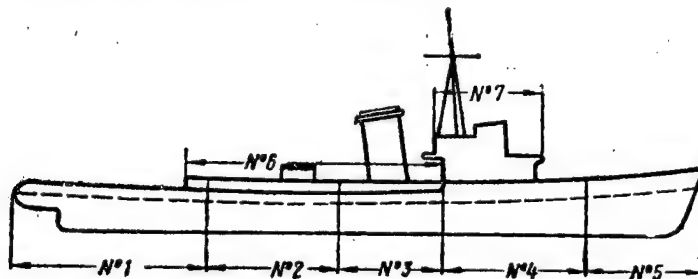


Рис. 230. Разбивка судна на блок-секции

После передвижки к стапелю блок-секции снимали с тележки и устанавливали на насаженные дорожки стапеля также при помощи крана и грузовых блоков. Блок-секции судна подвели и устанавливали на дорожки стапеля последовательно, начиная с № 1, кормовой.

Соединение блок-секций в общий корпус судна и полная сварка их производились в течение одной недели. Первую кормовую блок-секцию, поданную на стапель, закрепляли упорами и стопорами на месте, а следующие за ней блок-секции притягивали к первой.

Блок-секции перемещали для пригонки и стыкования при помощи ручных лебедок и талрепов. Все стыки до сварки соединяли гребенками, расставленными через 300—400 мм.

Для удобства пригонки блок-секций концы пазов на стыкуемых секциях на расстоянии 300—400 мм от монтажных стыков оставляли незаваренными при сборке секций, а крайние шпангоуты закрепляли только электроприхватками.

Для лучшей пригонки блок-секций при стыковании на одном стыке каждой блок-секции оставляли при сборке припуск 30—40 мм, который удаляли при пригонке газовой резкой. Другой стык блок-секции выполняли в чистый размер.

По запроектированному технологическому процессу вся постройка судна блочно-секционным способом была разбита на десять строительных этапов, каждый продолжительностью в 7 дней. При этом работа была распределена так: три этапа выполнялись при сборке секций и блок-секций, последующие три этапа — при стапельной сборке корпуса, установке механизмов и оборудования, два этапа — при достройке на плаву после спуска и последние два этапа отводились на испытания и сдачу судна.

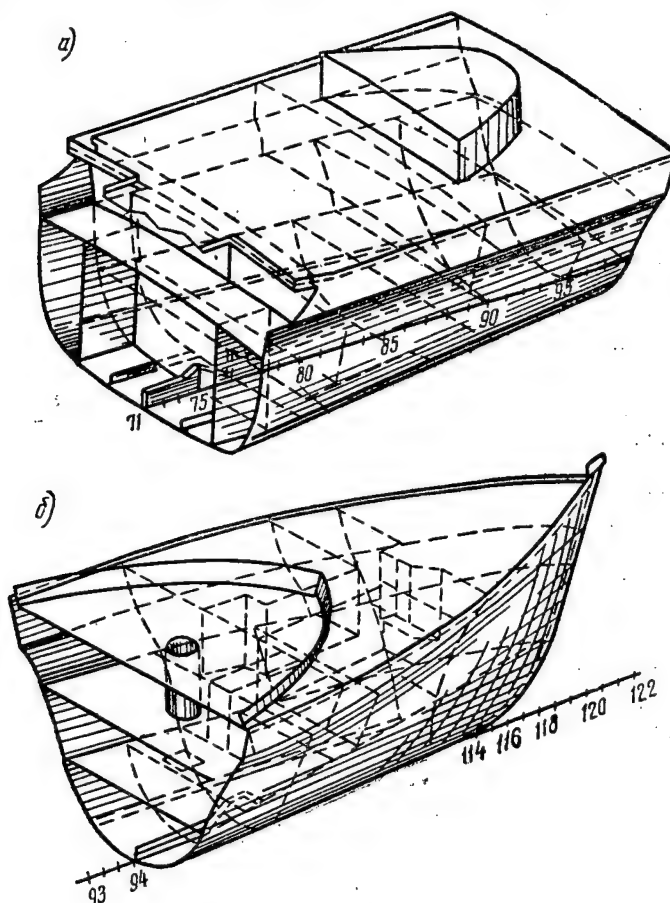


Рис. 231. Блок-секции судна

Всего, таким образом, на постройку судна отводилось 70 дней. В начале серийного строительства этот срок не выдерживали — суда строили около 90 дней, но благодаря сборке однотипных судов и освоению работ на всех этапах, начиная с восьмого по счету судна, срок изготовления составил уже 71 день, а затем стал еще меньше, так что десятое по счету судно строили только 55 дней.

**§ 121. ИСПЫТАНИЕ КОРПУСА СУДНА НА НЕПРОНИЦАЕМОСТЬ**

Отсеки судна и отдельные конструкции должны быть испытаны на непроницаемость.

На непроницаемость испытывают наружную обшивку, настил второго дна, продольные и поперечные переборки, верхнюю палубу, бортовые и днищевые отсеки и цистерны, а также часть помещений судна.

В зависимости от назначения судна и условий его работы испытания проводят на водо-, нефте- и газонепроницаемость.

В настоящее время испытания на непроницаемость проводят в такой очередности.

Сначала при предварительной сборке испытывают, обычно керосином, сварные швы узлов и замкнутые отсеки в секциях и блок-секциях.

Затем проверяют непроницаемость всего корпуса в законченном виде на стапеле, после соединения и сварки секций или блок-секций.

В последнюю очередь испытывают отсеки и конструкции после окончания монтажных работ (второе дно, поперечные переборки и др.).

Испытания на непроницаемость корпусов морских стальных судов гражданского флота производят в соответствии с ГОСТ 3285—55 и требованиями Регистра СССР для морских судов, а судов внутреннего плавания — в соответствии с ГОСТ 5957—51 и требованиями Регистра СССР для последних.

Перед началом испытания должны быть закончены все сборочные, сварочные и другие работы и корпус должен быть подготовлен к испытаниям со сдачей мастеру ОТК и Регистру СССР.

При испытании на непроницаемость наливом воды или нефтью отсеки проверяют одновременно на прочность и плотность соединений.

При этом давление в отсеках не должно превышать 1,5—2,0 кг/см<sup>2</sup>.

Отсек держат под давлением не более 2 час.

Отсеки и цистерны, предназначенные для перевозки или хранения нефтепродуктов, испытывают на нефтенепроницаемость.

На газонепроницаемость испытывают отсеки и часть помещений судна, которые нуждаются в защите от проникания вредных газов.

При испытании на газонепроницаемость отсек плотно закрывают и заполняют воздухом необходимого давления.

Непроницаемость наружной обшивки и палубы выше грузовой ватерлинии и наружных стенок надстроек испытывают поливом струей воды из брандспойта при давлении струи 2—2,5 кг/см<sup>2</sup> на расстоянии 1 м.

Результаты испытаний записывают в журнал испытания непроницаемости, который ведется для каждого судна.

## § 122. СПУСК СУДОВ НА ВОДУ

После того, как на стапеле корпус судна полностью собран, сварен и испытан на непроницаемость, установлены арматура и детали, находящиеся в подводной части судна, смонтирована линия гребного вала и установлены гребные винты, судно переводят тем или иным способом на воду.

В судостроении судно всплывает при естественном заполнении ее водой (см. рис. 171) во время весеннего или осеннего разлива реки.

При постройке судов на слипах спуск их производят на специальных тележках по рельсам на наклонных дорожках (см. рис. 173).

Из строительных доков судно выводят путем заполнения дока водой (рис. 232) и отвода батопорта.

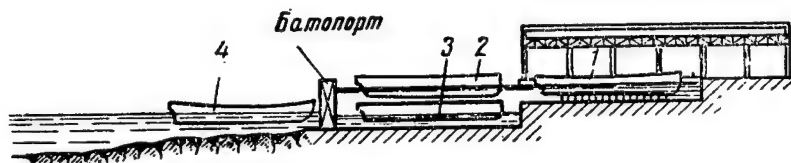


Рис. 232. Схема вывода судна из строительного дока

Порядок вывода судна такой. Когда корпус построен, батопорт устанавливают на место, притягивают к воротам цепями и затопляют. Док и его бассейн наполняют насосами водой до уровня, при котором корпус всплывает, отделившись от блоков — положение 1. Тогда судно переводят в бассейн в положение 2. После этого вода из дока спускается самотеком до уровня воды в окружающей акватории. Судно принимает положение 3. После этого батопорт освобождают от цепей и от балласта, он всплывает и его отводят в сторону от ворот дока, а судно отводят к достроечной набережной — положение 4.

С наклонных стапелей судно спускают на воду принудительным способом, причем с продольных стапелей оно передвигается в воду по длине, обычно кормовой частью вперед (рис. 233), а с поперечных стапелей — правым или левым бортом.

Перед спуском судно переводят с постоянных опор — кильблоков, клеток, подстав и упоров, которые его поддерживали во время постройки, на спусковое устройство. Руль, если он навешен, закрепляют, чтобы он не вращался во время спуска.

Основной частью спускового устройства являются спусковые салазки, на которых судно сходит в воду (рис. 234).

Спусковые салазки состоят из двух полозьев 1, набранных из толстых брусьев, скрепленных между собой поперечными распорными брусьями и металлическими струнами, натягиваемыми талрепами.

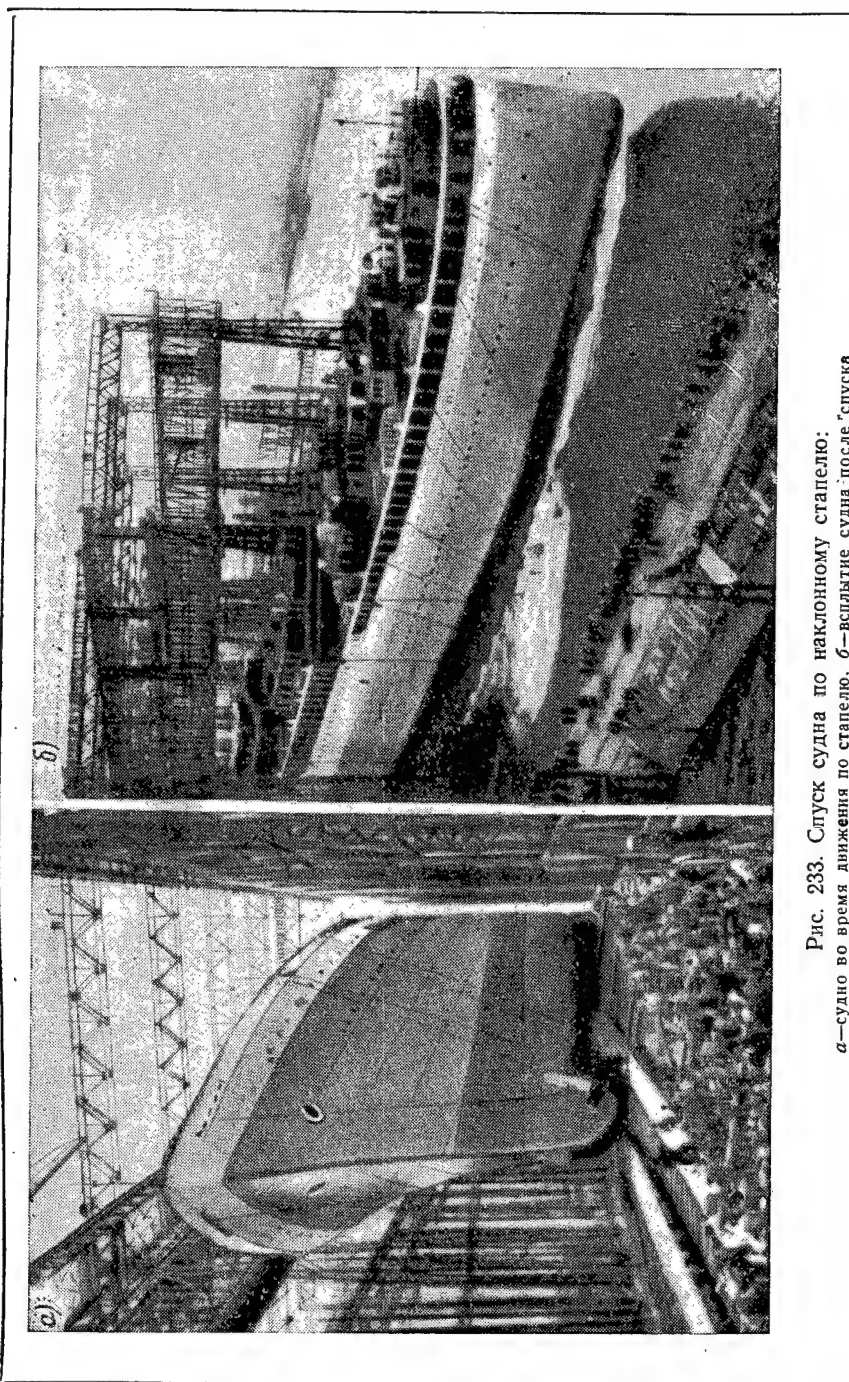


Рис. 233. Спуск судна по наклонному стапелю:  
а—судно во время движения по стапелю, б—всплывшие судно после спуска

Поверх полоза укладывают брус, называемый *подбрюшник* 2, на котором лежит судно. Подбрюшник состоит из нескольких уложенных в ряд и скрепленных между собой брусьев. Между полозом и подбрюшником загоняют клинья 3, которые плотно прижимают подбрюшник к обшивке судна.

В оконечностях судна, где корпус имеет острые образования, с обоих бортов устанавливают упоры из брусьев, называемые *копылья* и 4, которые одним концом упираются в обшивку судна, а другим — в подбрюшники. Копылья подпирают судно и делают его устойчивым во время движения в воду.

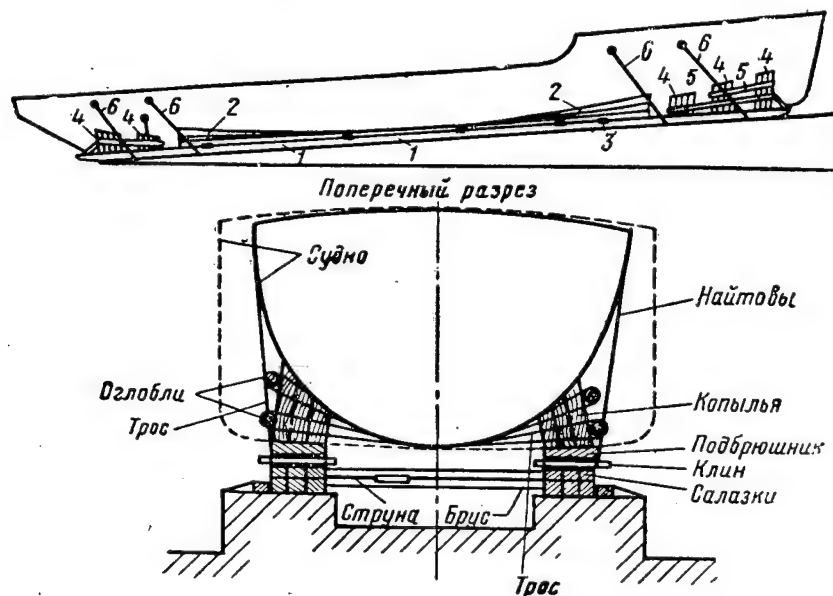


Рис. 234. Спусковое устройство

Чтобы копылья оставались на своих местах, их скрепляют продольными брусьями, называемыми *оглоблями* 5, и плотно притягивают к обшивке судна стальными тросами или стальными полосами, проходящими под килем судна.

Чтобы салазки во время движения судна не вышли из-под него, их притягивают к судну *найтовыми* 6 (стальными тросами или стальными полосами).

Для удержания судна со спусковыми салазками после уборки из-под него кильблоков и клеток и посадки на насаженные спусковые дорожки применяют спусковые кормовые и носовые упорные стрелы и задержники. Задержники для небольших судов представляют собой толстые пеньковые тросы, соединяющие концы полозьев с кустом свай, забитых в землю в головной и концевой частях стапеля.



Судно сходит на воду под действием силы своего веса, находясь на наклонных спусковых дорожках. Для уменьшения силы трения спусковые дорожки под полозьями насаливают. Главными составными частями насалки являются мыло — хозяйственное и зеленое, парафин и другие жировые вещества или минеральные масла и парафин. Непосредственно перед спуском разбирают леса вокруг судна, выбивают спусковые кильблоки, освобождают судно от задержников, и оно на салазках сходит по спусковым наклонным дорожкам в воду.

Движение судна в воду кормой и всплытие его после спуска показано на рис. 233.

#### **§ 123. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА СТАПЕЛЬНЫХ РАБОТАХ**

Работы на стапеле выполняют в менее удобных условиях, чем сборку и сварку секций в сборочно-сварочном цехе. На стапеле работают рабочие различных производственных цехов. Работу часто приходится выполнять с лесов.

В настоящее время на стапеле сборщик соединяет секции или блок-секции в общий корпус судна и частично устанавливает отдельные узлы. Объем работы на стапеле уменьшился и случаев травматизма вследствие этого стало значительно меньше.

Работа на лесах производится большей частью в районе монтажных стыков при стыковании секций и соединении пазов.

Леса вокруг судна должны удовлетворять всем требованиям техники безопасности, т. е. должны быть прочными, без щелей, с ограждениями (перилами).

Суда не должны быть загромождены не установленными на место деталями, оборудованием и пр.

В настилах палуб все отверстия должны быть ограждены или закрыты щитами.

При работе в отсеках судна рабочие места должны быть хорошо освещены.

В тесных помещениях судна следует избегать скученности рабочих, должна быть обеспечена хорошая вытяжная вентиляция, особенно при сварочных работах.

Согласно инструкции по технике безопасности судовым сборщикам, работающим на стапеле, запрещается:

- 1) работать у неогражденных или незакрытых люков, проемов или вырезов;
- 2) работать около установленных секций и конструкций, если не проверена надежность их закрепления;
- 3) ходить в секциях и на судне по торцам флоров, стрингеров и переборок. Для переходов должны быть устроены специальные настилы с ограждениями;
- 4) входить без разрешения в междудонные и бортовые отсеки как при нахождении судов на стапеле, так и при достройке и ремонте их на плаву, особенно в топливные и масляные цистерны.

Сборщики должны хорошо изучить инструкцию по технике безопасности на стапельных работах и строго соблюдать ее.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается секционный и блочный способы сборки судна на стапеле?
2. Укажите разницу между пирамидальным и поэтажным способами установки секций на стапеле.
3. Какие требования предъявляются к секциям, поступающим на стапель для установки и сборки?
4. Расскажите о порядке установки на стапель днищевых секций, скуловых секций, поперечных переборок, секций настилов, носовой объемной секции, надстроек на судно, кронштейнов и мортир.
5. Расскажите, как спускается судно с наклонного стапеля.
6. Какие приспособления применяются для сборки секций под сварку на стапеле?
7. Как производится испытание корпуса судна на непроницаемость перед спуском со стапеля на воду?
8. Расскажите об основных правилах техники безопасности при сборочных работах на стапеле.

### Глава XII

#### КОРПУСНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ДОСТРОЙКЕ СУДНА

##### § 124. ДОСТРОЙКА СУДОВ НА ПЛАВУ

Достройка судов после спуска на воду производится у специально оборудованной набережной завода.

Вдоль причальной линии достроечные места оборудуются кнехтами, кольцами и свайными кустами для швартовки судов на период достройки.

Для достройки суда обычно устанавливают бортом к набережной, вдоль которой проходят железнодорожные пути для подвозки материалов и оборудования.

Вдоль набережной устраивают склады готовых изделий для оборудования судов.

Вблизи достроечного места находятся цехи, выполняющие работы по достройке: корпусодостроечный, судомонтажный, деревообделочный, такелажный, малярный и др.

Для выполнения достроечных работ на судно подводят электроэнергию, сжатый воздух, воду и т. д.

Достроечное место имеет крановое оборудование. Краны бывают стационарные (рис. 235) и подвижные. Реже применяют плавающие краны (рис. 236).

Объем достроечных работ на судне после его спуска со стапеля бывает различным.

При постройке судна из блок-секций в достроечный период приходится выполнять небольшой объем работ. Выполняют только те работы, которые нельзя было сделать на стапеле, например, устанавливают мачты, трубы и окончательно устраняют недодел-

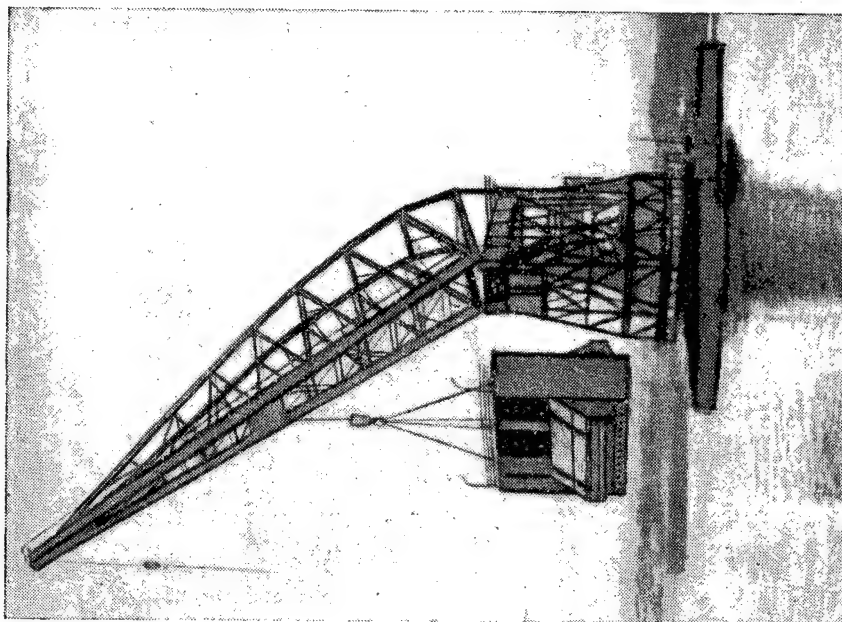


Рис. 236. Плавучий кран

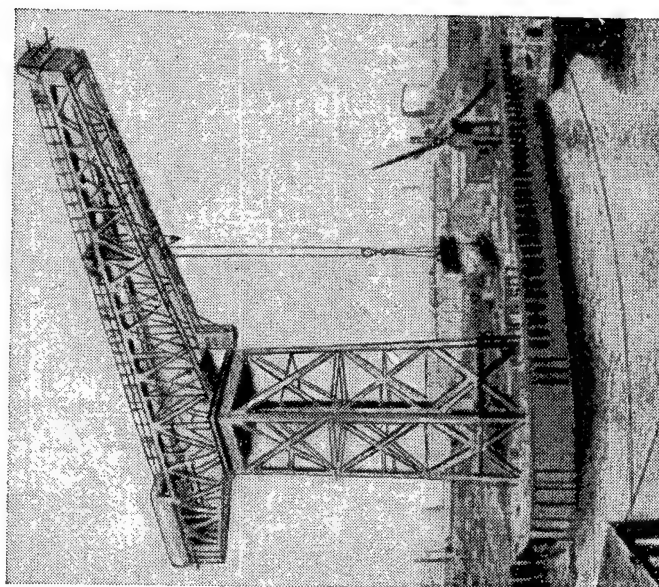


Рис. 235. Стационарный кран на достроечной набережной

ки по всем частям судна. В этом случае судно спускают со стапеля почти в полной готовности.

Иногда судно спускают на воду почти в полной готовности и при постройке его из плоскостных и объемных секций. В большой степени готовности суда выводят часто из строительных доков.

Если стапельный период постройки судна по каким-нибудь причинам сокращен или на стапеле имеются краны малой грузоподъемности, с помощью которых нельзя погрузить механизмы, котлы и другое тяжелое оборудование, то судно спускают на воду в малой степени готовности и все работы по установке и монтажу механизмов и оборудования, систем и трубопроводов приходится выполнять при его достройке. В этом случае достроечный период бывает более длительным.

В настоящее время стремятся выполнять на стапеле как можно больше работ по монтажу механизмов, оборудования и др. ввиду того, что на нем обычно имеется лучшее крановое оборудование и все работы производятся в более благоприятных условиях, чем на плаву, у достроечной набережной.

#### § 125. СОСТАВ ДОСТРОЕЧНЫХ РАБОТ

В настоящее время секции подают на стапель в большой готовности и с насыщением.

Характер работ по достройке судна весьма разнообразен. К достроечным относятся работы:

- 1) по достройке корпуса;
- 2) по установке и монтажу главных и вспомогательных механизмов, котлов, судовых устройств — рулевого, якорного, шлюпочного и их механизмов и др.;
- 3) по монтажу судовых трубопроводов и систем;
- 4) по монтажу оборудования — электротехнического, радиотехнического, сигнализационного, штурманско-навигационного и специального;
- 5) по установке мачт, дымовых и вентиляционных труб и др.;
- 6) по оборудованию и отделке жилых, служебных и других помещений;
- 7) по окраске судна.

Многие работы выполняются несколькими цехами.

Все эти работы должны быть выполнены в возможно короткий срок и поэтому должны проводиться почти одновременно.

В достройке судна участвуют следующие цехи:

1. Корпусной цех, в котором, кроме работ по достройке корпуса, выполняют работы по установке площадок, трапов и съемных настилов в машинных и котельных отделениях, шахт, по креплению съемных частей палуб (после погрузки механизмов) и т. п. Кроме того, в корпусном цехе часто изготавливают детали судовой вентиляции, защитные кожухи на паровое отопление и для ограждения механизмов.

2. Судомонтажный цех, в котором выполняют работы по установке и монтажу главных и вспомогательных механизмов, котлов, палубных механизмов, трубопроводов и т. п.

3. Деревообделочный цех, в котором выполняют плотничные и столярные работы по установке деревянных настилов и по отделке, оборудованию и меблировке жилых и служебных помещений.

4. Такелажный цех, в котором выполняют такелажные работы — оснастку мачт, шлюпочного и грузового устройств, сборку и испытание якорного устройства и др.

5. Малярный цех, в котором выполняют окрасочные и изоляционные работы.

Работы этих цехов надо выполнять в определенной последовательности, в заранее намеченные сроки. Для этой цели составляют специальный график достроечных работ, увязывающий по срокам работу различных цехов при достройке.

На крупных заводах имеются специальные достроечно-монтажные цехи, в том числе и корпусодостроечные, в которых выполняются все работы по достройке.

#### **§ 126. КОРПУСНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ДОСТРОЙКЕ СУДНА**

В достроечный период выполняются следующие работы, в которых принимают участие судовые сборщики-корпусники:

1. Установка дымоходов, надстроек, рубок и другие работы.

2. Установка в жилых, служебных и других помещениях металлических разделительных переборок.

Разделительные переборки изготавливают из листов дюралюминия толщиной 0,5—1 мм или из стальных листов толщиной 1 — 2 мм, соединенных заклепками или контактной точечной электросваркой.

3. Установка и проверка закрытия металлических дверей, иллюминаторов, светлых люков и т. д.

4. Установка съемных металлических полов и настилов в машинном и котельном отделениях, решетчатых площадок, трапов и пр.

5. Установка большого количества вентиляционных труб и каналов, колен, раструбов, заслонок, задвижек и т. д. для системы вентиляции.

6. Установка защитных кожухов на грелки парового отопления и оборудование.

7. Установка большого количества наварышей, переборочных стаканов, подвесок для труб, скоб по бортам, переборкам и палубам для крепления тепловой изоляции и для подвески панелей электропроводки.

8. Установка леерного и тентового оборудования со стойками, башмаками, обушками и пр.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как оборудована достроечная набережная?
2. Какие цехи участвуют в достройке судна?
3. Какие работы по корпусу выполняют при достройке судна?

## Глава XIII

### КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

#### § 127. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

В нашем социалистическом государстве установлено и строго соблюдается законодательство по охране труда и технике безопасности. В Советском Союзе право граждан на труд, на отдых и материальное обеспечение при нетрудоспособности и в старости закреплено Конституцией СССР.

Основные законы и указания по охране труда и технике безопасности содержатся в Кодексе законов о труде.

На всех предприятиях Советского Союза ведется систематическая работа по созданию безопасных условий труда и сохранению здоровья рабочих.

Для каждой отрасли промышленности и для каждой профессии в соответствии с особенностями и условиями работы составляются правила и инструкции по технике безопасности, производственной санитарии и гигиене труда.

Большую роль в охране труда играют местные профессиональные организации—заводские комитеты. Через комиссию по охране труда и общественных инспекторов, избранных из состава рабочих и служащих, местные профсоюзные организации следят за состоянием охраны труда на предприятиях и в цехах.

Все предприятия и учреждения должны принимать необходимые меры к улучшению условий работы, предупреждению несчастных случаев и к содержанию рабочих мест в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии.

Руководители предприятий, а в цехах — мастера и их заместители и непосредственные руководители работ на участках несут ответственность за несчастные случаи на производстве.

Каждый рабочий, поступивший на завод, прежде всего получает в бюро техники безопасности завода общий инструктаж по правилам безопасного поведения на территории предприятия. Придя в цех, все рабочие до допуска их к работе получают от мастера полный инструктаж по технике безопасности труда; они должны хорошо изучить правила по технике безопасности для своей специальности.

В учебных мастерских молодые рабочие получают первые производственные навыки, поэтому они должны особенно тщательно

изучить все меры, предупреждающие несчастные случаи при первичной обработке металлов (при ручной рубке, правке, резке, опиливании, сверлении и т. д.).

В дальнейшем, работая в цехе или на стапеле над сборкой конструкций из листовой и профильной стали, судовой сборки должен основательно изучить, знать и выполнять правила техники безопасности. При описании отдельных видов обработки металла и процессов сборки и сварки судовых конструкций были приведены соответствующие правила техники безопасности, которые надо хорошо усвоить и соблюдать во время работы.

Кроме того, рабочий должен уметь оказывать первую помощь при несчастных случаях, пользуясь при этом в случае необходимости цеховой аптечкой.

На всех предприятиях Советского Союза ведется систематическая работа по предупреждению профессиональных заболеваний и несчастных случаев путем устройства защитных приспособлений и ограждений у станков, машин и мест работы, надлежащей вентиляции, достаточного освещения и т. д.

Большое значение для уменьшения заболеваемости и повышения производительности труда имеет личная гигиена рабочего на производстве и в быту.

Лучшим средством сохранения здоровья и борьбы с заболеваемостью, особенно молодежи, является физкультура.

Перед поступлением на работу рабочий должен пройти предварительный медицинский осмотр, а для проверки состояния его здоровья проводятся периодические обследования и осмотры медицинским учреждением, обслуживающим предприятие (медицинский пункт при заводе, поликлиника, амбулатория и т. п.). Для молодых рабочих медицинский осмотр установлен два раза в году.

В результате всех мер, принимаемых Советским государством, на предприятиях Советского Союза созданы условия для здорового и безопасного труда, и количество несчастных случаев и заболеваний трудящихся из года в год уменьшается.

#### **§ 128. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И ПРИЧИНЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И БОРЬБА С НИМ**

Под производственным травматизмом понимают повреждение каких-либо органов тела рабочего во время работы, в результате чего происходит потеря трудоспособности.

Причинами производственного травматизма являются: несоблюдение правил техники безопасности, нарушения установленных правил эксплуатации механизмов, станков и другого оборудования, неисправность ручного инструмента, станков и оборудования, отсутствие защитных и ограждающих приспособлений в надлежащих местах, отсутствие личных предохранительных средств (например, рукавиц, предохранительных очков), неисправность лесов и подмостей, падение предметов с высоты, захламленность рабочих мест, отсутствие спецодежды или несоответ-



ствие ее данной работе, недостаточное освещение рабочих мест, неправильное пользование транспортными и подъемными приспособлениями, электрическим током и другие.

Мерами обеспечения безопасности работ и борьбы с несчастными случаями являются, таким образом, в первую очередь соблюдение установленных правил техники безопасности, контроль за состоянием механизмов, инструмента, станков и приборов, правильная организация рабочих мест, применение ограждений и предохранительных приспособлений, пользование личными защитными средствами, выполнение правил эксплуатации станков и механизмов.

Проводимые на предприятиях мероприятия по технике безопасности бывают организационного и технического характера.

К первым относятся такие мероприятия, как борьба с загроможденностью в цехах и на рабочих местах, поддержание на них порядка, правильное размещение рабочих участков и мест, инструктаж и изучение правил эксплуатации оборудования и механизмов, техническая учеба для повышения квалификации, соблюдение трудовой дисциплины и др.

Ко вторым относятся такие, как устройство ограждений, применение усовершенствованного технологического процесса, усовершенствованного инструмента, приспособлений и т. п.

При разработке технологических процессов изготовления секций учитывают размеры рабочих площадок, проходов между ними, способы подъема и переноса тяжелых изделий, инструмент и приспособления, последовательность работ и т. д. Таким образом, технологический процесс дает возможность не только выполнять работу рациональными методами, но и обеспечивать безопасность ее выполнения.

#### **§ 129. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ В СУДОСТРОЕНИИ**

В соответствии с современной технологией постройки корпуса сварного судна большая часть работ выполняется не на стапеле, а в сборочно-сварочном цехе. В настоящее время на стапеле выполняют небольшой объем корпусных работ и стапель не является рабочим местом для большей части рабочих, занятых на постройке судна.

Сборка секций в закрытом помещении сборочно-сварочного цеха на специальных площадках и стендах с применением механизации делает труд корпусников более безопасным и легким.

В процессе изготовления секций, при сборке и сварке их, применяют специальные приспособления — кантователи и позиционеры, значительно облегчающие выполнение работ.

Широкое применение автоматической сварки в значительной степени облегчает труд электросварщиков. При автоматической сварке под слоем флюса не выделяются вредные газы, что делает электросварку менее вредной для здоровья.

Благодаря новой технологии сборщики, рубщики, электросварщики, сверловщики и другие рабочие выполняют ручные работы в хороших условиях.

На стапеле также значительно улучшены условия работы: на лесах вокруг строящегося судна приходится работать только в районе монтажных стыков и пазов; пользоваться подъемным краном приходится теперь реже, так как подаются крупные, уже собранные и сваренные секции; условия работы внутри корпуса судна теперь более благоприятны вследствие значительного сокращения объема ручных работ по сборке и сварке; пневматические клепальные работы, создававшие большой шум, выполняются теперь на стапеле очень редко; уменьшилась скученность рабочих различных профессий в одном помещении или отсеке судна.

Таким образом, благодаря применению новых технологических процессов и механизации на всех стадиях постройки судна условия работы в области судостроения улучшились.

#### **§ 130. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ КОРПУСНЫХ РАБОТАХ**

Условия труда в корпусостроении отличаются от условий труда в других отраслях промышленности и характерны тем, что рабочее место сборщика меняется и в изготовлении секций участвуют одновременно рабочие нескольких профессий. На стапеле, в помещениях и отсеках судна обычно рабочие одной специальности следуют за рабочими другой специальности. Кроме того, часть работ выполняется параллельно, причем часто меняются рабочее место и инструмент, применяемый рабочими.

Согласно инструкции по технике безопасности судовым сборщикам запрещается:

1) подменять стропальщика, т. е. поднимать и перемещать краном секции или другие грузы;

2) пользоваться электро-, газосварочным и газорезательным инструментом, если сборщик не допущен к работе им.

Кроме того, сборщик должен:

1) при работе в тесных и неудобных местах подбирать инструмент с учетом условий работы (специальные ключи, короткие молотки, трубины и т. п.);

2) для освещения рабочего места на судне пользоваться переносной электрической лампочкой с напряжением электрического тока не выше 36 в, а в закрытых отсеках — не выше 12 в;

3) работая вблизи электросварщиков, защищать глаза и лицо переносными щитками и ширмами или надевать защитные очки со специальными стеклами.

#### **§ 131. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРНАЯ И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ГИГИЕНА**

К основным профессиональным вредностям при судостроительных работах относятся следующие:

1. Сильный шум и сотрясения при работе пневматическим инструментом при рубке, клепке, чеканке. В судосборочных работах клепка и чеканка в настоящее время благодаря переходу на электросварку применяются редко, а рубка заменяется газовой резкой и строжкой.

2. Яркий свет электрической дуги при сварке, вредно влияющий на зрение как самих сварщиков, так и сборщиков при совместной работе. Применение автоматической сварки под слоем флюса устраняет вредное влияние света дуги.

3. Загрязненность воздуха при выполнении работ по электро-сварке и газовой резке, которая дает себя чувствовать больше в закрытых сборочно-сварочных цехах и особенно в отсеках судна.

Мерами борьбы с загрязненностью воздуха являются хорошая естественная и искусственная вентиляция цехов и отсеков судна.

4. Неблагоприятный температурный режим на рабочих местах, особенно при работах на открытом воздухе: сильный холод зимой и высокая температура летом. При выполнении сборочных работ наиболее благоприятной является температура 12—16° С.

При высокой или низкой температуре может произойти перегревание или резкое охлаждение организма рабочего, вызывающее заболевания.

На всех судостроительных заводах проводятся мероприятия по борьбе с профессиональными вредностями и вызываемыми ими заболеваниями и создаются безопасные и более здоровые условия труда при работе в сборочно-сварочном цехе и на стапеле.

К основным из этих мероприятий относятся следующие:

1) систематический инструктаж рабочих и проведение технического минимума по производственной санитарии и гигиене труда;

2) организация взаимного наблюдения работающих сборщиков за выполнением правил гигиены и санитарии;

3) содержание рабочего места в чистоте и соблюдение свободных проходов и проездов;

4) уменьшение производственного шума в цехах путем выполнения работ, вызывающих шум, на открытых площадках, сокращение объема рубочных работ путем применения газорезки, клепальных работ — путем применения сварки и т. д.;

5) создание нормальных температур и чистого воздуха путем отопления и вентиляции закрытых сборочно-сварочных и стапельных цехов и отсеков на судах;

6) хорошая уборка цехов, помещений, отсеков судна, своевременная вентиляция цехов и рабочих мест и т. д.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под производственным травматизмом?
2. Каковы основные причины травматизма?
3. Какие мероприятия по технике безопасности проводятся для создания безопасных условий труда?
4. Назовите основные правила техники безопасности для судовых сборщиков.

## *Глава XIV*

### **КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА И РАБОЧЕГО МЕСТА**

#### **§ 132. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О РАБОЧЕМ МЕСТЕ**

Рабочим местом называется место в цехе или вне его, отведенное рабочему или группе рабочих для выполнения порученной работы.

Для обеспечения высокопроизводительной работы рабочее место должно быть снабжено:

1) основным оборудованием (станком для станочника, верстаком с тисками для слесаря, сборочной площадкой или постелью для судового сборщика);

2) инструментом для выполнения работы — основным, вспомогательным, мерительным;

3) приспособлениями, которые могут иметь простую конструкцию (зажим, струбина, талреп) или более сложную (позиционер, кантователь);

4) материалами или заготовками (детальками для сборки) и изделиями (для установки на секциях и насыщения их);

5) технической документации (чертежами, технологическими картами обработки, инструкциями и т. д.).

Рабочее место должно быть оборудовано подъемно-транспортными устройствами для подъема и перемещения тяжелых деталей, а также устройствами для подъема и спуска рабочих (леса, лестницы), если им приходится работать на высоте (на секции, блок-секции или внутри их).

Кроме того, рабочий или бригада должны получить наряд на работу, в котором указываются содержание работы, порядок ее оплаты, время окончания, порядок приемки и т. п.

Оборудование и инструмент должны быть расположены на рабочем месте так, чтобы рабочий делал возможно меньше лишних движений, для чего материалы и инструмент должны находиться на определенных местах, как можно ближе к рабочему месту.

На рабочем месте должно быть только то, что действительно необходимо для выполнения данной работы, и на нем должны поддерживаться порядок и чистота. Это повышает дисциплину и культуру труда.

Поддержание чистоты и порядка непосредственно на рабочем месте является обязанностью рабочего. Поэтому по окончании рабочего дня рабочий должен убрать и уложить на установленные места инструмент, переносные приспособления, материалы и детали, закрыть щитами или оградить перилами проемы и отверстия и произвести уборку рабочего места.

Рабочее место должно иметь необходимые устройства и ограждения в соответствии с требованиями техники безопасности.

Рабочее место должно иметь нормальное естественное освещение днем, электрическое—в темное время суток. Кроме того, должно быть предусмотрено также местное освещение в тех местах, куда не проникает общее освещение (под днищем судна, в междудонном пространстве, внутри отсеков и т. п.), и безопасное переносное освещение.

Для испытания секций после сварки на водо- и тазонепроницаемость к рабочим местам сборщиков должны быть подведены вода и сжатый воздух.

Получив производственное задание на сборку, рабочий или бригада изучает чертеж, разбирает технологию и знакомится с требованиями, предъявляемыми к собираемому изделию, получает от мастера или бригадира необходимые разъяснения, указания и подготавливает инструмент и приспособления, необходимые для выполнения задания.

Деталими, изделиями и материалами с промежуточного склада сборщиков снабжает планово-распределительное бюро (ПРБ) цеха, а технической и технологической документацией — бюро технологической подготовки производства (БТП) цеха. Нормированием работ и контролем за выпиской нарядов на работу занимается технолого-нормировочное бюро (ТНБ) цеха.

Перед началом работы необходимо проверить, имеются ли на рабочем месте все необходимые для выполнения работы детали, изделия и материалы, на всех ли деталях имеются клейма приемки мастером отдела технического контроля (ОТК). Необходимо также проверить весь подготовленный для работы инструмент и приспособления.

Так как рабочее место сборщиков при изготовлении корпусных конструкций не бывает постоянным и характер работ меняется, особенно при работе на стапеле, организация труда на всех рабочих местах сборщиков должна быть особенно четкой.

При современной технологии сборки корпуса судна сборщику приходится большей частью работать в сборочно-сварочном и меньше — в стапельном цехе завода.

В сборочно-сварочном цехе, в зависимости от рода выполняемой работы, рабочим местом сборщика может быть металлическая ровная площадка, на которой сборщик производит сборку узлов, плоскостных и объемных секций, или устройство в виде постели, на которой собирают секции, имеющие криволинейные очертания.

Организация рабочего места сборщика на стапеле заключается главным образом в подготовке места для установки секций и необходимых сборочных приспособлений (тяг, скоб, талрепов и домкратов) для раскрепления секций и передвижки их по ширине и по длине стапеля и проверке правильности установки.

Для выполнения работ сборщиков, в зависимости от объема работы и сроков ее выполнения, распределяют по бригадам в количестве от 4 до 10 и более человек. Внутри бригад сборщики де-

ляются на небольшие группы — обычно по два человека. Работу между членами бригады распределяет бригадир.

Если работа выполняется в две смены, сборочная бригада делится на две группы: одна группа работает в первую смену под руководством бригадира, вторая группа работает во вторую смену под руководством помощника бригадира или сборщика высокой квалификации.

Специализация бригад и рабочих для выполнения определенных работ, применяемая при поточных методах производства, значительно ускоряет выполнение работ и улучшает их качество.

Все выполненные в сборочно-сварочном и стапельном цехах работы по сборке предъявляются контрольным мастерам отдела технического контроля (ОТК) для проверки их правильности в соответствии с инструкциями и техническими условиями на сборку. Результаты проверки контрольный мастер заносит в «Книгу приемок». На наряде сборщика мастер ОТК ставит штамп о приемке работы.

### **§ 133. РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО ПРИ СБОРОЧНЫХ РАБОТАХ**

В процессе выполнения работ рабочие улучшают и совершенствуют технологический процесс и приемы работ, внося свои рационализаторские и изобретательские предложения в Бюро рационализации и изобретательства завода (БРИЗ).

Все поданные в БРИЗ предложения тщательно изучаются и принятые предложения внедряются в производство.

В разработке предложений рабочим-рационализаторам помогают технические кабинеты на предприятиях и инженерно-технические работники.

Рабочие и инженеры в творческом содружестве разрабатывают и внедряют рационализаторские предложения и технические усовершенствования, которые дают большой технико-экономический эффект и приводят к повышению производительности труда и улучшению качества продукции.

В результате внедрения рационализаторского предложения на одном из отечественных заводов при постройке судов поточно-позиционным методом была применена новая система обслуживания бригад инструментом, которая заключалась в следующем.

Для каждой специализированной бригады изготавливают по два инструментальных ящика с инструментом, из которых один находится на рабочем месте бригады, а другой — в инструментальной кладовой.

В конце рабочего дня бригада сдает полученный ящик с инструментом и получает на следующий день второй ящик с исправным инструментом, который накануне был проверен в инструментальной кладовой. Это предложение, таким образом, дает возможность

специализированным бригадам всегда располагать комплектом исправного инструмента.

Много улучшений вносят сборщики-новаторы в технологический процесс стапельной сборки судов, что приводит к повышению качества работ и уменьшению их трудоемкости.

Обычно днищевые секции при причерчивании и стыковании их на стапеле перемещают при помощи талрепов и домкратов.

На одном из отечественных заводов сборщики предложили устанавливать днищевые секции на специальные подушки с роликами, что облегчило их передвижение.

Внедрение этого рационализаторского предложения привело к облегчению труда, повышению его производительности и, кроме того, дало большую экономию средств.

Наряду с рационализацией важную роль в организации рабочего места играет широкое внедрение механизации трудовых процессов при сборке.

Рационализаторские и изобретательские предложения, вносимые рабочими и инженерно-техническими работниками при выполнении производственных заданий, являются важным фактором дальнейшего повышения производительности труда, улучшения качества продукции и досрочного выполнения работ.

В директивах XX съезда Коммунистической партии Советского Союза по шестому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР ставится задача всемерно развивать массовое движение рационализаторов, изобретателей и новаторов производства, а также обеспечить широкую пропаганду и внедрение передового опыта.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется рабочим местом?
2. В чем заключается организация труда на рабочем месте?
3. Как должно быть организовано рабочее место сборщиков?



#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Александров А. А., Конструкция корпуса судна, Судпромгиз, 1952.  
Баранов В. С., Технологическая подготовка производства на судостроительном заводе, Машгиз, 1954.  
Бельчук Г. А., Дормидонтов В. К. и др., Технология судостроения, Судпромгиз, 1954.  
Бенуа Ф. Ф., Электродуговая сварка, Речиздат, 1952.  
Вайнбойм Д. И., Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом, Судпромгиз, 1952.  
Воробьев А. И., Глозман М. К. и др., Судовые достроечные работы, Судпромгиз, 1955.  
Горюнов В. А., Корпусосборочные работы, Судпромгиз, 1956.  
Грищенко С. С., Федоров Н. А., Как строится судно, Судпромгиз, 1954.  
Дормидонтов В. К., Технология судостроения, Судпромгиз, 1949.  
Дубинин А. Д., Приемы слесарных работ, Машгиз, 1956.  
Комиссаров В. И., Общий курс слесарного дела, Трудрезервиздат, 1953.  
Кулик Ю. Г., Технологическая оснастка для секционной сборки судов, Речиздат, 1954.  
Маневич Л. М. и др., Опыт работы комплексной бригады судовых сборщиков А. П. Гаркушина, Судпромгиз, 1955.  
Мещеряков В. В., Судовые сборочные работы, Судпромгиз, 1952.  
Никитин П. А., Сборка сварного корпуса судна, Судпромгиз, 1952.  
Пугачев А. С., Сборник задач по судостроительному черчению, Судпромгиз, 1954.  
Пугачев А. С., Судостроительное черчение, Судпромгиз, 1952.  
Чертков Х. А., Практическое пособие котельщику-судокорпуснику, Речиздат, 1950.  
Шахов А. И. и Бетин П. Я., Разбивка и разметка судов на плазе, Судпромгиз, 1953.  
Штейнбук Ш. Е., Газорезательные работы в судостроении, Судпромгиз, 1954.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ко второму изданию . . . . .	Стр. 3
Предисловие к первому изданию . . . . .	4
Введение . . . . .	5

### Глава I

#### ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛА

§ 1. Рубка металла . . . . .	7
§ 2. Клёпка и чеканка металла . . . . .	9
§ 3. Правка и гибка металла вручную без нагрева . . . . .	18
§ 4. Резка металла вручную . . . . .	22
§ 5. Опиливание металла . . . . .	24
§ 6. Сверление, зенкование, развертывание металла . . . . .	27
§ 7. Понятие о взаимозаменяемости деталей механизмов и допуски в размерах . . . . .	33
§ 8. Измерительный инструмент . . . . .	34

### Глава II

#### ОБРАБОТКА СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ

§ 9. Сталь, применяемая для постройки корпусов судов . . . . .	37
§ 10. Назначение и оборудование корпусообрабатывающего цеха . . . . .	40
§ 11. Плаз и его назначение . . . . .	43
§ 12. Склад стали . . . . .	45
§ 13. Участок разметки . . . . .	45
§ 14. Участок холодной обработки . . . . .	46
§ 15. Участок горячей обработки . . . . .	46
§ 16. Участок машинной газовой резки . . . . .	47
§ 17. Технология обработки деталей судового корпуса . . . . .	52
§ 18. Клеймение деталей . . . . .	56
§ 19. Промежуточный склад обработанных деталей . . . . .	56

### Глава III

#### ЭЛЕКТРОСВАРКА В СУДОСТРОЕНИИ

§ 20. Общие сведения о сварке металлов . . . . .	57
§ 21. Общие понятия об электрическом токе . . . . .	59
§ 22. Сущность электросварки . . . . .	61
§ 23. Назначение и виды электродов . . . . .	64
§ 24. Инструмент и приспособления для ручной сварки . . . . .	65
§ 25. Виды сварных швов и сварных соединений . . . . .	67
§ 26. Автоматическая электросварка . . . . .	70
§ 27. Полуавтоматическая электросварка . . . . .	74
§ 28. Коробление при электросварке . . . . .	75

	Стр.
§ 29. Контактная точечная электросварка . . . . .	78
§ 30. Основные дефекты и контроль качества электросварных швов . . . . .	79
§ 31. Техника безопасности при электросварке . . . . .	81

#### Глава IV

### ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ И ЧТЕНИЕ СУДО- СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 32. Назначение чертежей . . . . .	82
§ 33. Геометрические построения . . . . .	83
§ 34. Развертка поверхностей геометрических тел . . . . .	89
§ 35. Развертка листов наружной обшивки судна . . . . .	97
§ 36. Виды судостроительных чертежей . . . . .	98
§ 37. Условные обозначения на судостроительных чертежах . . . . .	103
§ 38. Правила чтения чертежей . . . . .	111

#### Глава V

### РАЗБИВКА КОРПУСА СУДНА НА ПЛАЗЕ И РАЗМЕТОЧНЫЕ РАБОТЫ

§ 39. Теоретический чертеж судна . . . . .	113
§ 40. Назначение разбивки теоретического чертежа судна на плазе . . . . .	116
§ 41. Устройство плаза и плазовый инструмент . . . . .	116
§ 42. Разбивка теоретического чертежа судна на плазе . . . . .	117
§ 43. Изготовление шаблонов и каркасов на плазе . . . . .	119
§ 44. Общие сведения о разметке . . . . .	121
§ 45. Маркировка деталей при разметке . . . . .	123
§ 46. Основные приемы разметки . . . . .	125
§ 47. Виды судовой разметки . . . . .	126
§ 48. Разметка связей корпуса судна . . . . .	128

#### Глава VI

### УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ СУДНА

§ 49. Краткие сведения об устройстве корпуса судна . . . . .	130
§ 50. Наружная обшивка судна . . . . .	133
§ 51. Поперечные и продольные связи корпуса судна . . . . .	134
§ 52. Системы набора корпусов судов . . . . .	137
§ 53. Набор оконечностей корпуса судна . . . . .	140
§ 54. Переборки судна . . . . .	142
§ 55. Палубы судна . . . . .	144
§ 56. Надстройки и помещения на судах . . . . .	145
§ 57. Общие сведения о судовых устройствах . . . . .	145
§ 58. Общие сведения о судовых системах . . . . .	152
§ 59. Составление проекта и ход постройки судна . . . . .	153

#### Глава VII

### ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

§ 60. Инструмент и устройства для сборки . . . . .	156
§ 61. Приспособления для сборки под сварку . . . . .	159
§ 62. Назначение и устройство кантователей . . . . .	163

#### Глава VIII

### СЕКЦИОННАЯ СБОРКА КОРПУСОВ СУДОВ

§ 63. Разбивка корпуса судна на узлы и секции . . . . .	168
§ 64. Предварительная секционная сборка . . . . .	173

	Стр.
§ 65. Преимущества предварительной секционной сборки и сварки в цехе . . . . .	176
§ 66. Сборочно-сварочные цехи . . . . .	177
§ 67. Сборка и сварка судовых деталей . . . . .	178
§ 68. Припуски на обработку и сборку деталей и секций корпуса судна . . . . .	198
§ 69. Технологический процесс сборки секций . . . . .	201
§ 70. Предварительная сборка и сварка узлов . . . . .	202
§ 71. Предварительная сборка и сварка секций . . . . .	210
§ 72. Современные способы изготовления секций . . . . .	214
§ 73. Сборка и сварка объемной днищевой секции в средней части судна . . . . .	218
§ 74. Сборка и сварка плоскостных секций . . . . .	221
§ 75. Сборка и сварка секций с криволинейными очертаниями без постели . . . . .	223
§ 76. Сборка и сварка блок-секций и надстроек . . . . .	225
§ 77. Сборка и сварка фундаментов . . . . .	228
§ 78. Сборка сложных судовых конструкций . . . . .	229
§ 79. Способы проверки и приемки работ при изготовлении секций . . . . .	231
§ 80. Укорочение элементов секций в результате сварки . . . . .	234
§ 81. Техника безопасности при судосборочных работах . . . . .	235

### Глава IX

#### УСТРОЙСТВО СТАПЕЛЕЙ

§ 82. Назначение и виды стапелей . . . . .	238
§ 83. Продольный стапель . . . . .	239
§ 84. Поперечный, или боковой, стапель . . . . .	241
§ 85. Судоямы . . . . .	242
§ 86. Строительные доки . . . . .	242
§ 87. Слипы . . . . .	243
§ 88. Постройка судов на подвижных стапелях . . . . .	245
§ 89. Леса, применяемые на стапелях . . . . .	245
§ 90. Стапель-кондуктор . . . . .	248
§ 91. Крановое оборудование стапелей . . . . .	250

### Глава X

#### ПРОВЕРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ПОСТРОЙКЕ КОРПУСА СУДНА

§ 92. Значение проверки судовых конструкций . . . . .	253
§ 93. Инструмент, применяемый при проверке судовых конструкций . . . . .	254
§ 94. Особенности проверки сварных судовых конструкций . . . . .	255
§ 95. Способы снятия размеров с плаза для проверки секций в цехе и корпуса судна на стапеле . . . . .	256
§ 96. Проверочные работы при сборке секций . . . . .	259
§ 97. Проверка установки форштевня . . . . .	262
§ 98. Проверка установки ахтерштевня . . . . .	264
§ 99. Подготовка и проверка стапеля перед сборкой корпуса судна . . . . .	265
§ 100. Пробивка световой линии . . . . .	269
§ 101. Исходные плоскости на стапеле, необходимые для установки и проверки корпуса судна . . . . .	271
§ 102. Выполнение проверочных работ на горизонтальном и наклонном стапелях . . . . .	272
§ 103. Проверочные работы при установке секций на стапеле . . . . .	274
§ 104. Способы причерчивания кромок секций при сборке . . . . .	280
§ 105. Периодическая проверка положения корпуса судна на стапеле . . . . .	281
§ 106. Проверочные работы после спуска судна на воду . . . . .	282
	331

Стр.

*Глава XI***СТАПЕЛЬНАЯ СБОРКА КОРПУСА СУДНА**

§ 107. Порядок сборки корпуса судна на стапеле . . . . .	283
§ 108. Современные способы сборки судов на стапеле . . . . .	286
§ 109. Требования, предъявляемые к секциям, поступающим на стапель . . . . .	290
§ 110. Установка днищевых секций на стапель . . . . .	290
§ 111. Установка скуловых и бортовых секций на стапель . . . . .	292
§ 112. Установка на судно поперечных переборок . . . . .	293
§ 113. Установка секций палуб на судно . . . . .	294
§ 114. Установка носовой объемной секции . . . . .	295
§ 115. Установка надстроек на судно . . . . .	296
§ 116. Установка кронштейнов и мортир гребного вала . . . . .	297
§ 117. Приспособления для сборки секций под сварку на стапеле . . . . .	299
§ 118. Стапельная сборка морских барж секционным способом . . . . .	299
§ 119. Стапельная сборка речных барж . . . . .	302
§ 120. Стапельная сборка судна блочно-секционным способом . . . . .	306
§ 121. Испытание корпуса судна на непроницаемость . . . . .	310
§ 122. Спуск судов на воду . . . . .	311
§ 123. Техника безопасности на стапельных работах . . . . .	314

*Глава XII***КОРПУСНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ДОСТРОЙКЕ СУДНА**

§ 124. Достройка судов на плаву . . . . .	315
§ 125. Состав достроечных работ . . . . .	317
§ 126. Корпусные работы при достройке судна . . . . .	318

*Глава XIII***КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**

§ 127. Мероприятия по охране труда и технике безопасности . . . . .	319
§ 128. Основные виды и причины производственного травматизма и борьба с ним . . . . .	320
§ 129. Особенности техники безопасности в судостроении . . . . .	321
§ 130. Техника безопасности при корпусных работах . . . . .	322
§ 131. Производственная санитария и профессиональная гигиена . . . . .	322

*Глава XIV***КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА И РАБОЧЕГО МЕСТА СУДОСБОРЩИКА**

§ 132. Общее понятие о рабочем месте . . . . .	324
§ 133. Рационализация и изобретательство при сборочных работах . . . . .	326
Рекомендуемая литература . . . . .	328

Автор *Асеев Петр Илларионович*Редактор издательства *Виташкина С. А.*Техн. ред. *Красная А. К.*Корректоры *Кадушина Г. М. и Уракова Л. И.*

Сдано в производство 28/1 1957 г. Подписано к печати 28/V 1957 г.  
 Т-04457 Бумага 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>—11,3 б. л. с 3 вкл.—21,67 п. л. с 3 вкл.  
 22,8 уч.-изд. л. Изд. № Ум-233-Р. Тираж 4500 Заказ 131

1-я тип. изд-ва «Речной транспорт». Москва, Кожевническая ул., д. 1-б.

6 р. 70 к.



А. Л. Е Ф И М О В

*Краткий*  
**СПРАВОЧНИК**

*по применению*

**ЯДОВ**

*для борьбы*  
**С ВРЕДИТЕЛЯМИ  
И БОЛЕЗНЯМИ  
РАСТЕНИЙ**



А. Л. ЕФИМОВ

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК  
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЯДОВ  
ДЛЯ БОРЬБЫ  
С ВРЕДИТЕЛЯМИ  
И БОЛЕЗНЯМИ РАСТЕНИЙ

*Второе издание,  
переработанное и значительно  
дополненное*

*Государственное издательство  
сельскохозяйственной литературы  
Москва — 1958*

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В СПРАВОЧНИКЕ

Гектар	— га	Тонна	— т
Метр	— м	Килограмм	— кг
Квадратный метр	— кв. м	Грамм	— г
Кубический метр	— куб. м	Литр	— л
Сантиметр	— см	Миллилитр	— мл
Миллиметр	— мм		

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Успешное решение задач, поставленных XX съездом КПСС по повышению урожайности сельскохозяйственных культур, требует мобилизации всех резервов. Одним из таких резервов является защита растений от вредителей и болезней.

Вредные насекомые, клещи, грызуны и различные грибные, бактериальные и вирусные болезни причиняют огромный ущерб сельскому хозяйству. Вред этот выражается не только в частичной или полной гибели урожая, но также и в значительном снижении его качества. Помимо того, многие вредные насекомые и клещи, а также грызуны являются распространителями ряда заразных заболеваний человека, домашних животных и птицы.

Особенно велики были потери от вредителей и болезней сельскохозяйственных растений в дореволюционной России. Только от одних вредных насекомых ежегодные потери в сельском хозяйстве в дореволюционное время оценивались в 1 миллиард 430 миллионов рублей, из которых около 980 миллионов рублей приходилось на полеводство, садоводство, виноградарство и овощеводство.

Ущерб от вредителей и болезней в сельском хозяйстве Советского Союза значительно уменьшился. Многие вредители и болезни уничтожены или сведены почти на нет.

Повсеместная борьба с вредителями и болезнями, а также создание условий, препятствующих их появлению, являются важной задачей, в разрешении которой должны участвовать все колхозы и совхозы.

Против сельскохозяйственных вредителей и возбудителей болезней растений применяют разные способы борьбы: агротехнические, механические, биологические и химические. Практически в большинстве случаев приходится пользоваться всеми этими способами, чтобы получить хороший результат в истреблении и предупреждении дальнейшего появления вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных растений.

В книге освещается химический метод борьбы и его средства. Этот метод дает возможность быстро уничтожать различного рода вредителей и болезни растений. В настоящее время широко применяются авиация, разные машины и аппараты для опыливания и опрыскивания растений химическими средствами.

Задача справочника — дать краткие сведения об основных, наиболее распространенных химических средствах, используемых для защиты растений от вредителей и болезней. Кроме того, в нем рассказывается о мерах неотложной помощи в случаях отравления и о порядке транспортировки, хранения и расходования ядов. В конце справочника приведены таблицы примерной производитель-

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5

ности машин и аппаратуры, применяемых для уничтожения вредителей и болезней растений. По каждому яду указываются нормы его расхода и возможность или недопустимость смешивания с другими химикатами.

Настоящим справочником можно также пользоваться любителям садоводам и овощеводам для защиты растений и урожая на приусадебных участках.

Отзывы и пожелания просьба направлять по адресу: Москва, Б-66, 1-й Басманный пер., д. 3, Сельхозгиз.

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5

**ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ  
БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

Химические вещества, применяемые для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений, условно делятся на следующие две группы.

Инсектициды — яды, которыми пользуются для уничтожения вредных насекомых, клещей и позвоночных животных.

Фунгициды — яды, которые применяют для борьбы с грибными, бактериальными и вирусными болезнями (в эту группу входят и химикаты для протравливания семян).

По характеру действия на организмы вредителей инсектициды делятся на три группы.

1. Химические вещества внутреннего (кишечного) действия, которые отравляют вредителей, попадая вместе с пищей в их пищеварительные органы. К химическим веществам внутреннего действия относятся все яды, содержащие мышьяк, фтор, а также хлористый барий, и некоторые другие химикаты.

2. Химические вещества наружного (контактного) действия, которые убивают вредителей путем проникновения их в организм через наружные (кожные) покровы. К этим ядам относятся ДДТ, гексахлоран, минераль-

ные масла, препараты никотина, анабазина и другие.

Многие яды действуют одновременно и как наружные и как кишечные. К таким относятся, например, мышьяковистокислый натрий, препараты анабазина, никотина, ДДТ, гексахлоран.

3. Химические вещества — фумиганты, которые убивают вредителей, проникая в дыхательные органы их, в газообразном или парообразном состоянии. К этим ядам относятся хлорпикрин, синильная кислота, бромистый метил, дихлорэтан и многие подобные летучие соединения.

Химические вещества, действующие одновременно на вредителей и возбудителей болезней, называются инсектофунгицидами. К ним относятся молотая сера, серные концентраты, известково-серный отвар.

Для борьбы с вредителями разработаны разные способы применения химических веществ: опрыскивание, опыливание, фумигация (газация), пользование аэрозолями, протравливание, отравленные приманки, наложение клеевых колец и внутренняя терапия.

В целях наилучшего сохранения растений от повреждения и заражения борьбу с вредителями и болезнями необходимо начинать в самом начале появления их, а в ряде случаев заблаговременно.

При проведении опрыскивания раствор должен равномерно покрывать всю поверхность растений и не стекать с их листьев. Для наиболее тонкого распыливания жидкого яда по поверхности растения необходимо, чтобы жидкость при выходе из наконечника



опрыскивателя распылялась мелкими каплями. Наконечник опрыскивателя надо держать на расстоянии примерно 50—70 см от опрыскиваемого растения. Поэтому во время опрыскивания надо следить за работой распылителей, добиваясь, чтобы они давали сильную струю и хороший распыл. Надо следить и за тем, чтобы раствор яда покрывал как верхнюю, так и нижнюю сторону листьев, а также всю поверхность плода.

Однако иногда требуется обильно смачивать растения, вплоть до стекания жидкости, например при использовании минерально-масляных эмульсий, растворов никотина, препаратов анабазина и других ядов, применяемых для борьбы с сосущими насекомыми — тлями, щитовками и червецами. Такое опрыскивание называют «промывкой». Обильное смачивание производится также при влажном обеззараживании зернохранилищ и плодохранилищ.

При обработке плодовых и других высокостовольных деревьев опрыскивание необходимо начинать с верхней части кроны дерева, опрыскивая сначала верхний ярус, затем средний и потом нижний. Осенью (после листопада) обрабатывают раствором ветви и ствол дерева.

Опрыскивание и опыливание ягодных кустарников проводят не только сверху вниз, но также и снизу вверх, так как многие вредители и возбудители болезней находятся на нижней стороне листьев. Для этого рекомендуется наконечники опрыскивателей отгибать под углом 45°.

Наливать раствор в опрыскиватель обя-

зательно надо через сито, чтобы не допускать засорения наконечника.

При опрыскивании суспензиями нерастворимых или плохо растворимых в воде ядов (парижская зелень, кремнефтористый натрий, известь и др.) необходимо применять опрыскиватели с мешалками или же время от времени взбалтывать жидкость резким покачиванием опрыскивателя, чтобы химические вещества не оседали на его дно.

Чтобы не допускать ожога растений и получать хорошие результаты от применения химикатов, раствор необходимо готовить, точно соблюдая установленные дозировки ядов.

Опрыскивание растений при температуре воздуха ниже нуля проводить нельзя, так как оно будет действовать слабо. Как правило, растения надо опрыскивать в утренние часы, после того как высохнет роса, или вечером — до ее выпадения. Во избежание ожогов в жаркое время дня и по росе (утром) растения опрыскивать не следует.

Опыливание проводят рано утром или в тихие вечерние часы по росе, так как роса способствует лучшему прилипанию химических веществ.

Нельзя опрыскивать и опыливать растения перед дождем и во время дождя, так как яды будут смыты с растений. После дождя опрыскивать и опыливать растения можно только тогда, когда они обсохнут. Если вскоре после опрыскивания или опыливания прошел сильный дождь, эту работу надо повторить. Нельзя проводить опрыскивание и опыливание растений перед ночными

заморозками, а также во время цветения, так как химическое вещество может повредить растения и цветки и, кроме того, могут отравиться пчелы и другие полезные насекомые — опылители растений.

Опрыскивание и опыливание не следует проводить в ветреную погоду, так как при этом жидкость или порошок яда относятся в сторону. При слабом ветре опрыскивание и опыливание проводят по ветру так, чтобы пылевая волна или жидкость не попадали на работающих людей.

Опыливание имеет преимущества по сравнению с опрыскиванием: оно менее громоздко, не требует воды, но зато при опыливании ядов расходуется несколько больше, чем при опрыскивании.

Опрыскивание или опыливание надо прекращать примерно за 25—30 (при использовании фосфорорганических — за 35—40) дней до сбора урожая, а при обработке капусты — перед образованием вилка.

Водные растворы для опрыскивания, как и смеси для опыливания, надо готовить в день их применения, во избежание потери ими ядовитости.

Отравленными приманками пользуются для истребления саранчи, кобылок, гусениц озимой и хлопковой совок, карадрины и других гусениц, а также медведки и мышевидных грызунов. Приманочные вещества пропитываются раствором яда и разбрасываются в местах скопления вредителей. Вредители поедают приманку, отравляются и погибают.

В качестве приманочных веществ чаще

всего берут сухой просеянный конский или верблюжий навоз, хлопковую жмыховую муку, мякину, размолотую рисовую шелуху, измельченную конопляную кострику, подсолнечный шрот, древесные опилки, различные зерна, сочные сорные растения, ботву свеклы и многие другие. Против каждого вредителя применяют определенную приманку.

По способу изготовления приманки различают влажные, полусухие, сухие и зеленые. Влажная приманка применяется главным образом для борьбы с саранчой. Нормально приготовленная при легком сжатии в руке она образует комок, причем между пальцами вода не просачивается. Брошенный на землю комок не должен рассыпаться на мелкие части. Такую приманку можно готовить заблаговременно, но ее нельзя хранить в таре более 48 часов, так как она обычно плесневеет и слеживается. Если приманку необходимо сохранить дольше, то ее надо предварительно просушить на солнце.

Чаще всего для приготовления влажной приманки делают смесь (по весу) из 75% навоза и 25% хлопковой жмыховой муки, но можно брать и один навоз, если он неперепревший, не загрязнен землей и хорошо отсеян.

Сколько воды надо брать для приготовления влажной приманки в зависимости от приманочного вещества, сказано в таблице 1.

При работе в безводных местностях или при разбрасывании с самолета пользуются полусухими приманками.

Сухие приманки применяют в районах, где бывает высокая относительная влаж-

Т а б л и ц а 1

Приманочные вещества	Необходимо воды на каждые 100 кг при- манки (в л)		
	наимень- шее	наиболь- шее	среднее
Хлопковая жмыховая мука . . . . .	30	50	40
Смесь из 75% хлопковой жмыховой муки и 25% навоза . . . . .	35	55	45
Смесь из 50% хлопковой жмыхо- вой муки и 50% конского навоза . . . . .	40	70	55
Смесь из 25% хлопковой жмыхо- вой муки и 75% навоза . . . . .	45	35	65
Навоз, опилки, кострика . . . . .	50	100	75
Рисовая шелуха . . . . .	50	90	70

ность воздуха (выпадение обильных рос). Сухие приманки готовят либо путем перемешивания сухого приманочного вещества с пылевидными ядами, либо сначала готовят полусухую или влажную приманку, которую затем высушивают на солнце. Сухую приманку можно готовить заблаговременно, но при этом необходимо обеспечить надлежащее ее хранение (укрытие от дождя и снега).

Зеленые приманки используют главным образом для уничтожения личинок саранчи старших возрастов и окрыленной саранчи в местах, лишенных зеленой растительности, а также против гусениц совок, долгоножки на льне и других вредителей растений. Для изготовления зеленой приманки берут свежескошенную люцерну, зеленый камыш, свежесобранные листья широколистных сорняков,

свежескошенный клевер и другую зеленую сочную массу.

В целях предупреждения случаев отравления скота и домашней птицы перед применением отравленных приманок необходимо оповестить население о запрещении выпаса скота и выпуска домашней птицы на обработанные площади. Выпас скота на участках, обработанных ядовитыми приманками, растворами или порошкообразными препаратами, запрещается в течение 3—4 недель со дня окончания обработки. Если до окончания этого срока пройдет сильный дождь, по указанию ветеринарного врача можно начать пастбищу скота несколько раньше.

#### АБ

Препарат АБ — пылевидный порошок светло-зеленого, голубовато-зеленого или голубовато-серого цвета. В воде не растворяется. Препарат содержит, кроме мела, гипс и основную сернокислую медь. В порошке 15—16% меди и не более 3% влаги. Химикат следует хранить в сухом помещении.

Применяется для сухого протравливания: неярвизируемых семян пшеницы и ржи (против мокрой и стеблевой головни), голозерных сортов овса (против покрытой и пыльной головни), ячменя (против мокрой головни) и семян этих же культур, высеваемых на селекционных станциях, в семеноводческих хозяйствах и на семенных участках колхозов, — 3 кг на 1 т семян;

семян пшеницы и голозерных сортов овса и ячменя, ярвизируемых и применяемых для

обычных посевов против тех же болезней,—  
2 кг на 1 т семян;

семян кукурузы против пузырчатой голов-  
ни — 1,5—2 кг на 1 т семян.

Протравливание семян можно производить  
за 5—6 месяцев до их высева. Семена, про-  
травленные этим препаратом, при нормальном  
хранении не теряют всхожести.

При отсутствии или недостатке других хи-  
мических средств, препарат АБ может быть  
использован, в виде исключения, для опыли-  
вания посевов сахарной свеклы, пораженной  
церкоспорозом,— 15—20 кг на 1 га; виноград-  
ников для защиты от мильдю — 20—25 кг  
на 1 га; картофеля против фитофторы —  
15—20 кг на 1 га; томатов против белой пят-  
нистости листьев, а также огурцов в борьбе  
с бурой пятнистостью плодов — 15—20 кг на  
1 га и льна против антракноза — 12—15 кг  
на 1 га.

#### **Анабадуст**

Анабадуст готовят тщательным смешени-  
ем анабазин-сульфата с наполнителем (лучше  
со свежегашеной известью). Смешивать можно  
в протравочных машинах ПСП-0,5 (типа  
«Идеал»). Анабадуствы содержат обычно от  
4 до 8% анабазин-сульфата и обладают боль-  
шой эффективностью непосредственно после  
приготовления. Их применяют против тлей  
(5—7%-ные анабадуствы), земляных блошек  
и клопов на огородных, бобовых и техниче-  
ских культурах (5—8%-ные анабадуствы, до  
50 кг на 1 га), в садах (5—7%-ные анаба-  
дуствы, до 80 кг на 1 га) и против тлей на  
люцерне (5%-ные анабадуствы, 15 кг на всхо-



дах и 20—25 кг по выросшей люцерне на 1 га). Анабадуств в 8—10%-ных концентрациях употребляют против капустного скрытнохоботника, капустного и рапсового цветоедов (до 50 кг на 1 га), в 5%-ной концентрации — против луковой мухи (100—150 кг на 1 га при однократном опылинии) и молодых личинок земляничного листоеда в начале завязывания плодов (20—30 кг на 1 га), в 5—7%-ных концентрациях — для уничтожения малинного жука (40—60 кг на 1 га). При одновременной борьбе с тлями, паутинным клещиком на хлопчатнике или листовертками и оидиумом на винограднике анабадуств готовят на молотой сере. Для одновременного действия на сосущих и грызущих насекомых анабадуств может быть изготовлен на чистом мышьяковокислом кальции (3—8 частей анабазин-сульфата и 97—92 части мышьяковокислого кальция).

#### Анабазин-сульфат

Анабазин-сульфат (сернокислый анабазин) — прозрачная жидкость темно-коричневого цвета. Содержание анабазин-сульфата в пересчете на анабазин-основание в заводском препарате должно быть не менее 30%.

Анабазин-сульфат используют против тех же вредителей, что и никотин-сульфат. Препараты анабазина, как и никотина, являются в основном ядами контактного действия.

При опрыскивании садов против яблонной тли водные растворы должны содержать от 0,1 до 0,2% анабазин-сульфата и 0,4% мыла. Против персиковой или табачной тли

применяют 0,3%-ную концентрацию анабазин-сульфата с 0,3% мыла; против зеленого клопа и табачного трипса на табаках — 0,6%-ную концентрацию анабазин-сульфата с 0,6% мыла; против свекловичной, гороховой, хлопковой, бахчевой и капустной тлей, яблонной и грушевой медяниц, а также гусениц некоторых бабочек анабазин-сульфат применяют в концентрации от 0,05 до 0,3% при 0,4—0,6% мыла; вместо мыла можно брать 0,6% негашеной извести. Раствор анабазин-сульфата ядовит так же, как и раствор никотин-сульфата.

Анабазин-сульфат широко используют при опрыскивании растений малины и смородины против гусениц малинной и смородиновой почковых молей, личинок малинного жука, а также для обработки кустов крыжовника и смородины в борьбе с гусеницами крыжовниковой огневки и зараженных льняным трипсом посевов льна. Нормы расхода те же, что и никотин-сульфата.

Анабазин-сульфат применяют для уничтожения инжирной листоблошки в концентрации 20—40 г с добавлением 30—50 г мыла на 10 л воды. Опрыскивают растения инжира весной, в период распускания листьев. При сильном заражении опрыскивание повторяют.

В дозах 10 г анабазин-сульфата и 30 г мыла на 10 л воды этот раствор применяют для истребления гранатовой тли на растениях граната. В течение лета, по мере массового появления этой тли, опрыскивание повторяют 3—4 раза. Анабазин-сульфатом (15 г) в смеси с парижской зеленью (15 г) и свежегашеной известью (30 г) или мыло-

нафтом (10 г), растворенными в 10 л воды, пользуются для опрыскивания кустов граната в борьбе с гранатовой плодожоркой. Первое опрыскивание проводят в первой половине июня, второе — во второй половине июля, третье — в конце сентября и в начале октября.

Добавление анабазин-сульфата к минерально-масляным эмульсиям заметно повышает их токсичность.

Анабазин-сульфат в смеси с известково-серным отваром дает хорошие результаты против личинок яблонной медяницы. При употреблении комбинированных растворов анабазин-сульфата с парижской зеленью или бордосской жидкостью прибавлять мыло нельзя.

В виде 1%-ного раствора анабазин-сульфат применяют при отсутствии сулемы и других ядов для поливки почвы под капустой в целях уничтожения яиц и личинок капустной мухи. Расходуют по полстакана раствора под каждое растение.

#### **Бетанафтол**

Технический бетанафтол имеет вид мелких тонких чешуек или порошка серого, а также коричневатого-серого цвета со слабым запахом. В воде этот химикат почти не растворяется.

Из бетанафтола готовят так называемые «самоубивающие» пояса.

Приготавливают бетанафтоловые пояса следующим образом. Берут 20 кг машинного масла, дизельного топлива или в крайнем случае солярового масла. Вливают его в чу-

гунный котел и затем прибавляют 10 кг бетанафтола, который тщательно перемешивают до полного растворения. Полученную смесь кипятят примерно около 45 минут, все время помешивая лопаткой. При воспламенении смеси котел следует прикрыть железным листом. Когда смесь будет готова и на стенках котла осядут белые кристаллы бетанафтола, в такую неостывшую массу погружают пояс из мешковины, гофрированного картона или плотной бумаги (шириной 10—12 см и длиной, равной окружности ствола дерева), чтобы он равномерно пропитался жидкостью. Пояса, плохо пропитанные таким составом, нужно браковать как негодные. С поясов, вынутых из котла, надо дать стечь избытку смеси и затем разложить их по одному, давая охладиться и застыть смеси. Через сутки после этого пояса можно накладывать на стволы деревьев.

На один пояс расходуют в среднем 15 г бетанафтола и 30 г машинного или иного масла.

Нельзя готовить пояса из тяжелых и особенно отработанных масел. Бетанафтоловые пояса накладывают только на деревья не моложе 25 лет, покрытые толстым слоем опробковевшей коры, так как бетанафтол может проникнуть через кору и причинить вред растению.

Не следует накладывать пояса также на ветви с гладкой корой во избежание отмирания ее.

Перед использованием поясом ствол дерева очищают от старой, отстающей и шелушащейся коры. Пояс накладывают на ту

часть ствола, где нет щелей и ранений. Затем его покрывают сверху во всю ширину полоской бумаги для предохранения бетанафтола от испарения и вымывания дождями. Пояс с покрывающей его полоской бумаги крепко привязывают к стволу шпагатом по верхней и нижней кромкам.

Наиболее часто применяют бетанафтоловые пояса против гусениц яблонной плодовой жорки. Пояса рекомендуется накладывать в то время, когда гусеницы первого поколения только что начинают окукливаться, что бывает обычно во второй половине июня. Осенью, через месяц после снятия урожая, пояса снимают с деревьев, укладывают в тюки, упаковывают в бумагу и берегут до следующего года.

Преимущество таких поясов перед обычными ловчими поясами состоит в том, что их не надо систематически осматривать. Хорошо приготовленные и правильно наложенные пояса убивают заползающих в них гусениц в течение всего лета.

Бетанафтоловые пояса применяют также для борьбы с мучнистыми червецами на плодовых и других насаждениях, в частности при истреблении червеца комстока. В этих целях навешивают по два пояса на каждое дерево. Один — внизу ствола, близко к корневой шейке, а другой — вверху, непосредственно под кроной дерева.

#### **Бордоская жидкость**

Бордоская жидкость готовится смешением растворов медного купороса и известкового молока. При правильном изготовлении

она имеет голубой студенистый осадок, который сравнительно стабилен и остается продолжительное время в жидкости во взвешенном состоянии.

В наиболее часто применяемых составах бордосской жидкости содержится от 0,5 до 1% медного купороса, а соотношение медного купороса к извести равно 1:1.

Для приготовления 100 л 1%-ной бордосской жидкости необходимо приготовить в разных сосудах раствор медного купороса и известковое молоко. Для этого берут 1 кг медного купороса и растворяют его в небольшом количестве горячей воды (в глиняной, деревянной, медной или стеклянной посуде), после чего в раствор доливают до 50 л холодной воды.

В другой посуде гасят 1 кг негашеной извести (если известь очень хорошего качества, то можно взять 0,75 кг). После гашения известь разбалтывают в 50 л воды. Затем, когда обе жидкости будут готовы, их смешивают. Причем следует выливать раствор медного купороса в известковое молоко (а не наоборот), перемешивая при этом жидкость деревянной мешалкой.

Есть и такой способ приготовления однопроцентной бордосской жидкости, когда берут 90 л 1,1%-ного раствора медного купороса и смешивают его с 10 л 10%-ного известкового молока.

Для приготовления бордосской жидкости надо употреблять жирную, комовую, хорошо обожженную известь.

Хорошо приготовленная бордосская жидкость должна быть непрозрачной, сине-голу-

блого цвета, на ощупь несколько мыльной, содержать медленно оседающий осадок, иметь нейтральную или слегка щелочную реакцию. Простой метод определения качества ее состоит в том, что в жидкость опускают какой-либо железный зачищенный предмет — гвоздь, лезвие ножа и т. п. Если на предмете появляется красный налет меди, это означает, что жидкость приготовлена неправильно, она имеет избыток медного купороса и будет вызывать ожоги растений. В этом случае добавляют известковое молоко в количестве, при котором опущенный в жидкость железный предмет не будет покрываться медью.

Бордосская жидкость должна быть использована в течение первого же дня ее приготовления, так как при хранении в продолжение даже 1—2 суток качество ее ухудшается и опрыскивание ею растений оказывается малоэффективным.

Однопроцентная бордосская жидкость иногда вызывает на листьях и плодах ожоги. Ожоги на плодах обычно сопровождаются появлением на них коричневой сетки из пробковой ткани.

При более сильном действии бордосской жидкости на плодах, помимо сетки, появляются небольшие буроватые пятна, на месте которых может произойти неглубокое растрескивание кожицы. Ожоги молодых плодов в дальнейшем могут вызвать их уродливость (кривобокость и т. д.). Поэтому в период, когда плоды уже налились (так же как и в период появления молодой листвы), необходимо опрыскивать бордосской жидкостью более слабых концентраций.



Однако правильно приготовленная жидкость может вызвать ожог только после дождливой погоды и лишь при условии, если растения восприимчивы к медным солям.

Опрыскивание растений бордосской жидкостью дает надежные результаты только в том случае, если его проводят перед появлением заболевания. Опрыскивать растения надо равномерно по всей поверхности листьев мелкими каплями. Не следует допускать обильного опрыскивания, при котором жидкость стекала бы с листьев.

При опрыскивании винограда против милдью или ботвы картофеля против картофельной гнили (фитофторы) необходимо возможно лучше смачивать нижнюю сторону листьев.

Не следует опрыскивать растения в жаркую погоду и во время цветения. Опрыскивание прекращают за 2—3 недели до уборки урожая (ягод, плодов).

Бордосскую жидкость можно применять вместе с парижской зеленью, мышьяковатым кальцием (для одновременной борьбы против болезней и грызущих вредителей), никотин-сульфатом или анабазин-сульфатом (для одновременной борьбы против болезней и сосущих вредителей) и с некоторыми другими препаратами.

При употреблении бордосской жидкости вместе с парижской зеленью последнюю предварительно размешивают в отдельной посуде с небольшим количеством воды, затем пастообразную массу смешивают с бордосской жидкостью. Бордосскую жидкость нельзя смешивать с мылом. Следовательно, при смешивании

с никотин-сульфатом или анабазин-сульфатом к ним не должно добавляться мыло.

Чтобы получить хороший эффект от бордосской жидкости, необходимо правильно определять сроки опрыскивания. В питомниках, школах, вообще когда приходится иметь дело с молодыми насаждениями и когда еще нет плодоношения (особенно в виноградных насаждениях), но происходит постоянный рост и требуется хорошее созревание древесины, опрыскивают чаще. Молодые насаждения можно опрыскивать вплоть до поздней осени.

При опрыскивании нужно стараться как можно равномернее наносить жидкость на растения, необходимо одинаково покрывать все части растения с разных сторон мельчайшими капельками жидкости, причем, как сказано, она не должна стекать с листьев. Исчезновение на растении голубого налета показывает, что необходимо приступить к повторному опрыскиванию. Перед наполнением опрыскивателя бордосскую жидкость следует хорошо взболтать или перемешать. В процессе работы опрыскиватель надо время от времени встряхивать (если он ручной). Лучше пользоваться опрыскивателем с мешалкой.

В качестве лишь частичных заменителей бордосской жидкости могут служить известково-серный отвар, нафтенат меди, хлорокись меди.

Многократные опрыскивания плодовых насаждений 1 %-ной бордосской жидкостью можно заменить так называемым «голубым» опрыскиванием. «Голубое» опрыскивание заключается в том, что весной, в период раскрывания почек, до появления бутонов, плодовые насаждения опрыскивают 4—5 %-ной бордосской

жидкостью. Плодовые деревья, обработанные бордосской жидкостью такой концентрации, приобретают голубую окраску; отсюда и название опрыскивания. Запаса меди на деревьях после «голубого» опрыскивания хватает на месяц, чтобы предохранить плодовые деревья от заражения возбудителями грибных болезней. В летний период рекомендуют (особенно в дождливый год) провести 1—2 дополнительных опрыскивания 1%-ной бордосской жидкостью или известково-серным отваром.

Количество опрыскиваний обычной бордосской жидкостью сокращается до трех при применении «голубого» опрыскивания. Расход медного купороса составляет до 25—30 кг на 1 га сада.

Химическая промышленность выпускает (для розничной продажи) так называемую сухую бордосскую смесь, представляющую в общей упаковке пакет медного купороса с пакетом гашеной извести. Жидкость из этих компонентов готовится по описанному выше способу.

Главнейшие болезни, против которых применяется бордосская жидкость, ее концентрация и время опрыскивания указаны в таблице 2 (см. стр. 26—37).

1%-ной бордосской жидкостью протравливают корни рассады табака и махорки для снижения заражения бактериальной рябухой, мозаикой и другими болезнями. Протравливают в первую очередь рассаду, которая предназначена к посадке на участках, где табак высаживают по табаку. Почву участков, на которых высаживают протравленную рассаду, хорошо обрабатывают и увлажняют.

В жаркую сухую погоду не рекомендуется проводить посадку протравленной рассады.

Рассада для протравливания должна быть зрелой, крепкой, свежесобранной. Нельзя протравливать рассаду недозрелую или перезрелую.

Протравливают рассаду в поле, перед самой посадкой; при ручной посадке — перед разноской по рядкам, а при машинной — на посадочной машине перед подачей рассады в ящики, из которых ее берут для закладки в карманчики машины. Собирающуюся на дне ящиков бордосскую жидкость время от времени вытирают.

Техника протравливания состоит в том, что берут пучок рассады так, чтобы корни и стебли ее свободно отставали друг от друга, погружают корни в приготовленную 1%-ную бордосскую жидкость и сразу же вынимают.

При протравливании нельзя смачивать верхнюю поверхность молодых листьев рассады, в особенности при вынужденной посадке в жаркую погоду. Вынутый из бордосской жидкости пучок рассады нельзя отряхивать, чтобы не оборвать мелких корешков и этим не ухудшить приживаемость растений. Бордосскую жидкость при протравливании рассады время от времени помешивают палкой, чтобы не допустить образования осадка и за счет этого не уменьшить токсичности верхнего слоя жидкости. Во избежание чрезмерной отмывки земли с корней и обрывания мелких корешков нельзя помешивать бордосскую жидкость протравляемым пучком рассады.

Заболевания и растения	Количество на 10 л воды (в г)		Расход на 1 га (в кг)	
	медного купороса	изве- сти	медного купороса	извести
<b>Плодовые семечковые</b>				
Парша на яблоне и груше в плодоно- сящих садах в годы плодоношения: первое опрыски- вание	100	100	12—18	12—18
второе опрыски- вание	75—100	100	или 1200—1800 л жидкости 9—18   12—18	
третье опрыски- вание	75	100	или 1200—1800 л жидкости То же	
четвертое опрыс- кивание	75	100	» »	
пятое опрыски- вание	75	100	» »	

Т а б л и ц а 2

Время опрыскивания	Примечание
<p>До цветения в период от начала обнажения бутонов до их обособления</p> <p>После опадения лепестков</p> <p>Через 10—14 дней после второго опрыскивания, во время опадения завязи</p> <p>Только для зимних и для экспортных сортов, а также в районах сильного увлажнения и распространения парши. Производят опрыскивание через 3 недели после третьего опрыскивания (для Азербайджанской ССР — через 6—7 недель)</p> <p>Проводят незадолго до сбора урожая, если в конце лета выпадают обильные дожди</p>	<p>При появлении грызущих насекомых второе опрыскивание проводят в смеси с парижской зеленью (10—15 г на 10 л жидкости) При появлении тлей в жилкость добавляют анабазин-сульфат (10—15 г) или никотин-сульфат (8—10 г на 10 л жидкости)</p>

Заболевания и растения	Количество на 10 л воды (в г)		Расход на 1 га (в кг)	
	медного купороса	изве- сти	медного купороса	извести
Парша на яблоне и груше в плодоно- сящих садах в годы без плодоношения: первое опрыски- вание	100	100	12—18	12—18 или 1200—1800 л жидкости
второе опрыски- вание	75—100	100	9—18	12—18 или 1200—1800 л жидкости
Парша на яблоне и груше в молодых неплодоносящих са- дах	75	100	2,25—5,6	3—7,5 или 300—750 л жидкости
Белая пятнистость груши	100	100	12—18	12—18 или 1200—1800 л жидкости
Ржавчина яблони и груши и ржавчи- на рябины	100	100	То же	
Плодовые — косточковые				
Парша, плодовая гниль и серая гниль вишни: первое опрыски- вание	75—100	100	4,5—9	6—9 или 600—900 л жидкости



*Продолжение*

Время опрыскивания	Примечание
<p>До цветения</p> <p>Через 2—3 недели после первого опрыскивания</p> <p>В первые 1—2 года по мере надобности</p> <p>Весной при появлении молодых листьев</p> <p>При первом появлении болезни</p> <p>При завязывании плодов</p>	<p>См. примечание на стр. 27</p> <p>Концентрация бордосской жидкости должна быть равной 0,75%</p>

Заболевания и растения	Количество на 10 л воды (в г)		Расход на 1 га (в кг)	
	медного купороса	изве- сти	медного купороса	извести
второе опрыски- вание	75—100	100	4,5—9   6—9 или 600—900 л жидкости То же	
третье опрыски- вание	75—100	100		
Курчавость листь- ев персика	50—75	50—100	3—6,75   3—9 или 600—900 л жидкости	
<b>Ягодники</b>				
Белая пятнис- тость листьев зем- ляники	100	100	7,5   7,5 или 750 л жидкости	
<b>Ржавчина кры- жовника:</b>				
первое опрыски- вание	75—100	100	15—25   до 25 или до 2000—2500 л жидкости То же	
второе опрыски- вание	75—100	100		
третье опрыски- вание	75—100	100	» »	
четвертое опрыс- кивание	75—100	100	» »	

Продолжение	
Время опрыскивания	Примечание
Через 3 недели после первого опрыскивания	
Через 3 недели после второго опрыскивания	
Незадолго до распускания почек	
Два опрыскивания до сбора ягод (первое — перед появлением пятен в начале лета и второе — через 3 недели после первого) и одно опрыскивание после сбора ягод	
Во время распускания листьев	
Во время обособления бутонов	
После цветения, при образовании завязей	
Через 4—6 дней после третьего опрыскивания	

Заболевания и растения	Количество на 10 л воды (в г)		Расход на (в кг)	
	медного купороса	изве- сти	медного купороса	извести
Ржавчина, антра- кноз и белая пят- нистость листьев смородины:				
первое опрыски- вание	75—100	100	15—25	до 25 или до 2000—2500 л жидкости То же
второе опрыски- вание	75—100	100		
третье опрыски- вание	75—100	100	» »	
четвертое опрыс- кивание	75—100	100	» »	
Ржавчина и пят- нистость листьев малины:				
первое опрыски- вание	75—100	100	» »	
второе опрыски- вание	75—100	100	» »	
<b>Виноград</b>				
Мильдью вино- града:				
первое опрыски- вание	75—100	100	5,25—15	7—15 или 700—1500 л жидкости

*Продолжение*

Время опрыскивания	Примечание
<p>Во время распускания листьев</p> <p>Во время обособления бутонов</p> <p>После цветения, во время образования завязей</p> <p>Через 4—6 дней после третьего опрыскивания</p> <p>После распускания листьев</p> <p>После цветения</p> <p>Перед цветением, до появления налета на нижней стороне листьев</p>	<p>Следить, чтобы нижняя поверхность листьев была покрыта раствором</p> <p>При появлении на винограде листогрызущих насекомых в бордосскую жидкость обязательно добавляют парижскую зелень (10—15 г на 10 л жидкости). Следует тщательно следить за тем, чтобы жидкость попадала на нижнюю поражаемую сторону листьев, а также на соцветия и грозди</p>

Заболевания и растения	Количество на 10 л воды (в г)		Расход на 1 га (в кг)	
	медного купороса	изве- сти	медного купороса	извести
второе опрыски- вание	75—100	100	5,25—15   7—15 или 700—1500 л жидкости	
третье и четвер- тое опрыскивания	75—100	100	То же	
Сахарная свекла и овощные культуры				
Бель крестоцвет- ных	100	100	3—8   3—8 или 300—800 л жидкости	
Ложная мучнис- тая роса (пероноспо- роз) сахарной свек- лы, огурцов и кре- стоцветных (глав- ным образом в пар- никах на рассаде)	100	100	То же	
Ржавчина свек- лы	100	100	» »	
Мелкая пятни- стость листьев са- харной свеклы (цер- коспороз):				
первое опрыски- вание	100	100	» »	

Продолжение

Время опрыскивания	Примечание
<p>Сразу после окончания цветения</p> <p>Через промежутки в 3 недели одно после другого. Особенно важно опрыскивание в период образования ягод для предупреждения их заражения</p> <p>При появлении первых признаков заболевания, с последующим повторением через 10—15 дней</p> <p>Сразу по обнаружении болезни. При необходимости повторяют опрыскивание через каждые 7—10 дней</p> <p>При первом появлении болезни и повторяют через 10 дней</p> <p>Сразу же после обнаружения единичных пятен на нижних листьях свеклы</p>	<p>Опрыскивание проводят при рассеянном поражении болезнью</p> <p>Опрыскивание проводят после дождя или во время обильных рос и тумана</p>



Заболевания и растения	Количество на 10 л воды (в г)		Расход на 1 га (в кг)	
	медного купороса	изве- сти	медного купороса	извести
второе, третье и четвертое опрыски- вания	100	100	3—8 или 300—800 л жидкости	3—8
Белая пятнис- тость листьев тома- тов	100	100	То же	
<b>Картофель</b>				
Фитофтора кар- тофеля:				
первое опрыски- вание	75—100	100	2,25—8 или 300—800 л жидкости	3—8
второе опрыски- вание	75—100	100	То же	

Время опрыскивания	Примечание
<p>Через 10—12 дней после предыдущего, если температура воздуха не ниже 18°, или через 20 дней в случае прохладной погоды</p> <p>Первое опрыскивание при появлении первых пятен, второе и последующие — через 10—15 дней одно после другого</p> <p>При появлении первых одиночных пятен болезни на листьях</p> <p>Через 15 дней после первого опрыскивания</p>	<p>В сухие, жаркие дни опрыскивание проводить не следует, так как развитие болезни задерживается. В первую очередь опрыскивание проводят на участках, граничащих со старым свекляником или расположенных в низинах и близ воды</p> <p>Опрыскивание начинают с нижних листьев, так как заболевание начинается с нижней части растения</p>

#### **Бромистый метил (метилбромид)**

Бромистый метил при обыкновенной температуре находится в состоянии газа и обладает слабым запахом. Жидкий бромистый метил не горит. Смесь его паров с воздухом воспламеняется от электрической искры или от пламени.

Ввиду сильной ядовитости бромистый метил применяется для обеззараживания семян, свежих и сушеных плодов, а также овощей и посадочного материала против различных вредителей исключительно под руководством опытных специалистов или подготовленных для этого лиц.

#### **Бургундская жидкость**

Отличается от бордосской жидкости тем, что в состав ее вместо извести входит кристаллическая или безводная (кальцинированная) сода. Существуют следующие рецепты приготовления бургундской жидкости:

1) 2 кг медного купороса, растворенного в 50 л воды, смешивают с 50 л воды, в которой растворены 1,2 кг кристаллической соды или 450 г безводной (кальцинированной);

2) 900 г медного купороса, растворенного в 50 л воды, смешивают с 400 г кристаллической соды, растворенной в 50 л воды;

3) 2 кг медного купороса, растворенного в 50 л воды, смешивают с 2,3 кг соды, растворенной в 50 л воды.

Медный купорос и соду растворяют в двух сосудах, каждое вещество в половинном количестве воды (в 50 л), после чего перед самым употреблением обе жидкости (в холод-

ном виде) сливают вместе. Нельзя вливать концентрированный раствор в разбавленный.

Правильно приготовленная жидкость должна иметь зеленовато-голубой цвет и нейтральную или, лучше, слабощелочную реакцию. Поэтому избыток соды желателен, так как он, кроме нейтрализации увеличивает прилипаемость жидкости, устраняет возможность ожогов и замедляет выпадение осадка.

Опрыскивание необходимо производить свежеприготовленной жидкостью, так как спустя 8—10 часов уже начинает выпадать осадок, после чего она теряет свои фунгицидные качества и почти непригодна к употреблению.

Бургундскую жидкость применяют против тех же возбудителей грибных болезней, что и бордосскую жидкость.

#### **Вофатокс (метафос)**

Новый фосфорорганический сильно ядовитый препарат. Этот химикат теряет ядовитые свойства под влиянием повышенной температуры, особенно под действием прямого солнечного света, щелочных соединений и влаги. При температуре свыше 30° действующее начало препарата начинает разлагаться и испаряться.

Вофатокс выпускается в виде дуста. Дуст вофатокс имеет действующего вещества 2,5%, каолина 15% и шиферной муки (или другого наполнителя) 82,5%.

Препарат нельзя смешивать с химикатами, имеющими щелочную реакцию (фтористым натрием, парижской зеленью, ИСО и др.).

Дуст вофатокс используется главным образом для борьбы с вредным клопом черепашкой на зерновых культурах. Этот препарат высокотоксичен в отношении взрослого клопа (перезимовавшего и молодого) и его личинок всех возрастов. Действие вофатокса на клопа черепашку и его личинок скаывается уже в первые часы после распыления на растениях.

Препарат применяется как для опыливания зараженных посевов, так и для отравления приманочных укрытий в виде маленьких кучек из соломы, лесной лиственной подстилки и других материалов, под которые клопы черепашки прячутся в ненастную погоду.

Расход дуста вофатокса при опыливании посевов от 20 до 30 кг, в зависимости от зараженности, а для приманочных укрытий (3—5 тысяч на 1 га) от 8 до 20 кг на 1 га. Наибольшая эффективность достигается в солнечные часы дня, когда клоп черепашка и его личинки наиболее активны.

#### Гексахлоран (ГХЦГ)

Гексахлоран для борьбы с вредителями сельскохозяйственных растений применяется в виде 12 %-ного дуста, концентрата минерально-масляной эмульсии, содержащей 20 % гексахлорана, а также в виде 25 %-ных порошкообразных препаратов, которые могут содержать минеральное удобрение в качестве наполнителя (обычно фосфоритную муку).

Гексахлоран является одним из наиболее

эффективных химических средств для полной ликвидации очагов опасного карантинного вредителя картофеля — колорадского жука.

Гексахлоран 25%-ный на фосфоритной муке применяют для борьбы с насекомыми, обитающими в почве; в зависимости от видового и возрастного состава вредителей, в следующих количествах: против проволочников (личинок шелконов), ложнопроволочных червей и личинок пластинчатоусых жуков (хрущей) младших возрастов — 40—50 кг на 1 га и против личинок хрущей старших возрастов — 60—80 кг на 1 га.

Меньше химиката берется для борьбы с вредителями на легких почвах и больше на тяжелых. Дуст можно вносить в почву весной, летом и осенью. В севооборотах с травами гексахлоран целесообразно применять в паровом поле (весной под культивацию на глубину 10—15 см) потому, что размещаемые по пару зерновые культуры с подсевом многолетних трав повреждаются проволочниками; 25%-ный гексахлоран применяют также на участках, выделенных под лесные и плодовые древесные питомники и посадки, находящиеся под черным паром в течение года.

Действие этого химиката в почве продолжается не менее 3—4 лет. Отмечено, что гексахлоран, внесенный в почву, в незавышенных концентрациях, вызывает резкое повышение урожайности различных культур, особенно пшеницы, ржи и льна.

Возвращение картофеля и овощей на участки, где внесен гексахлоран в севооборо-

те под пар, возможно не ранее чем через 3—4 года.

25%- и 12%-ные дусты гексахлорана, рассеянные по зараженному полю, тотчас же заделывают в почву, так как это вещество под воздействием солнечных лучей в значительной мере теряет свою токсичность. Гексахлоран вносят в почву туковыми сеялками.

Чтобы снизить расход химиката для защиты всходов зерновых культур и особенно кукурузы от повреждений проволочниками и ложнопроволочниками, применяют в год посева предпосевное опудривание семян 12%-ным дустом гексахлорана на полях, зараженных этими вредителями.

В зависимости от почвенно-климатических условий районов возделывания кукурузы при опудривании семян перед посевом такого препарата расходуется в нечерноземной и черноземной зонах с достаточным увлажнением из расчета на 1 ц семян 1—2 кг, в засушливых районах и на каштановых почвах — от 0,5 до 1 кг.

Опудривание семян кукурузы и других зерновых культур дустом гексахлорана следует проводить только после предварительного протравливания их гранозаном или препаратом АБ.

Ввиду неприятного привкуса и запаха, придаваемого гексахлораном клубням картофеля и овощам, его нельзя вносить в почву под эти культуры, за исключением случаев борьбы с колорадским жуком; тогда картофель должен идти на переработку в спирт, технический крахмал или использоваться как посадочный материал.



Внесенный в почву гексахлоран вызывает гибель не только проволочников, но и личинок хрущей, медведки, сверчков и других насекомых, обитающих в почве.

Из-за большого недостатка гексахлорана придавать пищевым продуктам неприятный вкус и запах его нельзя применять для опрыскивания и опыливания плодоносящих садов и ягодников после начала цветения, а также посевов столовой и кормовой свеклы, моркови, салата, лука, земляники, клубники. Не рекомендуется вносить гексахлоран в почву под смородину, крыжовник и капусту. Можно опыливать капусту только в возрасте рассады (10—15 кг на 1 га). Не следует опыливать люцерну, кукурузу и другие фуражные культуры, позже чем за месяц до их уборки.

Гексахлоран применяют для борьбы с амбарными вредителями в семенном зерне: для уничтожения амбарного и рисового долгоносиков, хлебного точильщика, суринамского мукоеда, хрушака и зерновой моли — по 1 кг, а для уничтожения мучных клещей — 1,5—2 кг на 1 т зерна. Опудривать зерно дустом гексахлорана можно в машинах, применяемых для протравливания зерна, а при отсутствии их — путем равномерного опыливания и перелопачивания зерна. Против гороховой и фасолевой зерновок берут 1 кг дуста на 1 т гороха и фасоли. Обеззараживать дустом гексахлорана можно только семена, а не продовольственное и фуражное зерно.

Для наибольшего эффекта обработанное гексахлораном зерно надо хранить в течение 10—12 дней при температуре 20° в плотных мешках под брезентами.

Дуст гексахлорана в количестве 3 кг на 1 т семян применяют для уничтожения коридандрового семееда.

Как и ДДТ, гексахлоран может быть использован для обработки подполий в зернохранилищах (100 г дуста на 1 кв. м), для влажного обеззараживания пустых зернохранилищ (3%-ная водная суспензия или 2—5%-ная концентрация минерально-масляной эмульсии из расчета 0,2—0,4 л на 1 кв. м), а также при побелке зернохранилищ (150—250 г дуста на 10 л побелочной жидкости).

Нельзя применять препараты гексахлорана для обработки глинобитных зернохранилищ.

Зернохранилища (помещения для семян) обрабатывают гексахлораном за 3 недели до засыпки зерна, после чего их обязательно хорошо проветривают.

Гексахлоран применяют и для обеззараживания виноградного посадочного материала (саженцев и чубуков) от филлоксеры и других вредителей виноградной лозы (виноградного мучнистого червеца, клещиков) путем обработки суспензией или эмульсией гексахлорана. Для этого в ведре отвешивают 2 кг 12%-ного дуста гексахлорана и двойное количество сухой измельченной глины (4 кг), а затем эту смесь заливают водой (6—8 л) и тщательно размешивают до состояния однообразной массы. Приготовленную густую массу выливают в железную или деревянную кадку, доливают водой до 100 л и вновь размешивают, после чего жидкость готова к употреблению.

Концентрированную гексахлорановую

эмульсию предварительно размешивают до состояния однородной массы (до окончания выделения масла на поверхности). В зависимости от содержания гексахлорана в концентрированной эмульсии отвешивают такое ее количество, чтобы в рабочей жидкости содержалось 0,25% гексахлорана. Например, если в концентрированной эмульсии содержится 25% гексахлорана, то на 100 л воды берут 1 кг эмульсии.

Концентрированную эмульсию разбавляют водой в ведре, постепенно доливая ее, а затем выливают в кадку, добавляют воды до 100 л и хорошо размешивают.

В воде, которая пойдет на приготовление эмульсии, предварительно разбалтывают 2—3 кг сухой растертой глины, отмытой от песка, чтобы эмульсия была более стойкой, равномернее распределялись частицы гексахлорана на корнях посадочного материала.

Заготовленные виноградные саженцы или чубуки связывают в пучки, отряхивают от приставшей земли и погружают в кадку с гексахлорановой жидкостью (суспензией или эмульсией). Каждый пучок несколько раз погружают в жидкость для наиболее тщательного смачивания. Смоченные пучки вынимают из кадки, складывают в тени штабелем на клетку из досок над пустой бочкой или ямой, чтобы лишняя жидкость стекла, а посадочный материал в течение 30—60 минут достаточно просох. Перед каждой новой загрузкой саженцев или чубуков жидкость в кадке размешивают мешалкой. По мере расходования жидкости добавляют новую часть ее из запасной кадки. После того как обработанные саженцы просохнут, их

упаковывают и отправляют к месту назначения или высаживают на участке. Упаковочный материал также следует предварительно обработать гексахлорановой жидкостью — опрыснуть из опрыскивателя или равномерно смочить из лейки, после чего просушить.

Влажную дезинсекцию виноградных саженцев проводят обязательно под наблюдением ответственного лица и под общим контролем карантинного инспектора.

Ориентировочные нормы расхода гексахлорановой жидкости для обеззараживания виноградного посадочного материала следующие:

на 1000 саженцев без обрезки корней и побегов — 10—12 л жидкости;

на 1000 саженцев с обрезанными корнями и побегами — 8—9 л жидкости;

на 1000 черенков (чубуков) — 5—6 л жидкости.

Для обеззараживания виноградного посадочного материала способом окуливания дымом гексахлорана размельченный технический гексахлоран смешивают с равным количеством сухого песка. Смесь высыпают на железный противень слоем не более 1 см и ставят на горячие угли или керосинку. Под действием температуры в 100—110° гексахлоран возгоняется, образуя густой белый дым. При охлаждении на воздухе из дыма выпадают мельчайшие кристаллики гексахлорана, которые обладают высокими токсическими свойствами против насекомых.

Кроме того, из гексахлорана можно получить аэрозоли в виде дыма сжиганием какого-либо гигроскопического горючего материала (оберточная бумага, опилки и т. п.), пропитан-

ного сначала 5%-ным водным раствором селитры, а после высушивания 20%-ным бензольным раствором гексахлорана. Материал, пропитанный гексахлораном и затем высушенный, медленно сгорает и дает много густого, ядовитого для насекомых дыма.

Саженьцы винограда, связанные в пучки, складывают редкой клеткой высотой не более 1—1,5 м. Обеззараживание посадочного материала дымом гексахлорана можно проводить в любом нежилом помещении, где можно создать некоторую герметичность. Для этой цели с успехом используют все существующие фумигационные камеры, предназначенные для газации посадочного материала синильной кислотой. Во всех случаях подготовки помещения или камер для обеззараживания дымом гексахлорана обеспечивают их безопасность в пожарном отношении. Для этого выделяют место и оборудуют очаг из камней или маленькую железную печку для сжигания гексахлорановой бумаги (опилок и др.).

Дымление проводят при закрытых дверях и окнах. Все щели и отверстия, через которые дым может проникать наружу, предварительно заделывают и замазывают. Температура воздуха в камере или помещении должна быть не ниже 15°.

Норму расхода технического гексахлорана устанавливают в зависимости от кубатуры помещения или камеры. На 1 куб. м помещения берут 3 г технического гексахлорана. Посадочный материал оставляют под действием дыма гексахлорана до полного исчезновения его, т. е. до осаждения термоаэрозолей из воздуха, но не менее 45—50 минут.

Во время окуливания необходимо следить за возгонкой гексахлорана и повторить работу, если не произошло полной его возгонки.

После окуливания помещение проветривают, затем снова проверяют полноту возгонки гексахлорана. Качество обеззараживания определяют по степени и однородности налета в виде мелкого снежного инея на пучках саженцев. Если не требуется повторной обработки, материал упаковывают и отправляют по назначению.

В борьбе с листовой филлоксерой на виноградных кустах применяют опрыскивание или опыливание их 12 %-ным дустом гексахлорана.

Для опрыскивания состав готовят так: на 100 л воды берут 2 кг дуста гексахлорана и для лучшей прилипаемости такое же количество глеевой глины или речного ила, которые сначала размешивают в небольшом количестве воды до однородной сметанообразной массы, а затем разводят в остальном количестве воды.

При наполнении опрыскивателя состав тщательно перемешивают.

Особое внимание обращают на качество обработки верхушек побегов и пасынков. Лучшие результаты достигаются при двухсторонней обработке рядов виноградника. Виноградники, на которых листовая филлоксера появляется почти ежегодно, нужно обрабатывать против личинок первого поколения — в период между началом распускания почек и появлением на побегах второго листа и затем при появлении личинок второго поколения, т. е. при образовании 12—13-го листа на побегах.

Виноградники, где листовая филлоксеры является не ежегодно, обрабатывают против личинок второго поколения — в период появления 12—13-го листа и затем в начале отрождения личинок третьего поколения, т. е. при появлении 18—20-го листа.

На тех и других виноградниках вторую обработку проводят лишь при обнаружении зараженных кустов.

В дальнейшем, если будут отмечены галлы на отдельных виноградных кустах, проводят повторную обработку этих и соседних с ними кустов.

Гексахлоран (12 %-ный дуст) может быть использован для опыливания неплодоносящих садов начиная с весны до осени против многих гусениц бабочек, жуков и их личинок из расчета 20—40 кг на 1 га.

Главнейшие вредители растений, с которыми борются при помощи гексахлорана, время проведения и способы борьбы, а также нормы расхода яда указаны в таблице 3 (см. стр. 50—55).

При использовании препаратов гексахлорана необходимо соблюдать те же меры предосторожности в отношении пчел, что и при применении препаратов ДДТ.

#### **Гексаэтилтетрафосфат**

Гексаэтилтетрафосфат — темная жидкость, легко растворяющаяся в воде. Является новым фосфорорганическим синтетическим соединением. Применяется в виде 0,1 %-ных водных растворов для борьбы с клещиками и тлями на плодовых, ягодных и других культурах.



Вредители и растения	Время проведения работ
Азиатская саранча на пустырях, плавнях, на разных растениях и мароккская саранча	При появлении личинок, а при запоздании в проведении работ — против взрослой саранчи
Совка-гамма на льне и других культурах	При появлении гусениц младших возрастов
Луговой мотылек на различных культурах	То же
Шведская и гессенская мухи, зеленоглазка на пшенице и других зерновых культурах	В период массового лёта мух (до начала яйцекладки). Опыливание повторять при теплой погоде через 1—2 дня, при холодной — через 2—3 дня до прекращения массового лёта насекомых
Блошки хлебные на зерновых культурах	При массовом появлении
Озимая совка на разных культурах	При появлении гусениц младших возрастов
Серый и клубеньковый долгоносики на семенной люцерне	При массовом появлении жуков на всходах
Фитономус, различные гусеницы, свекловичный, люцерновый и другие клопы, люцерновый комарик на семенной люцерне	В начале отрастания побегов и в период бутонизации при появлении личинок и гусениц младших и средних возрастов
Семяед-толстоножка, тли, стеблевые и почковые долгоносики, клопы, желтый и рыжий люцерновые долгоносики на семенной люцерне	Сразу после цветения (в начале завязывания бобов)

Т а б л и ц а 3

Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
6—12 кг	Главным образом авиа- опыливание
15—20 »	Опыливание
15—25 »	»
10—12 »	»
15 кг	»
20—40 кг или 2%-ная водная суспензия 400—500 л	Опыливание или опрыс- кивание
10—15 кг	Опыливание
20 »	»
20 кг или 0,4—0,6%-ная эмульсия 400 л	Опыливание или опрыс- кивание

Вредители и растения	Время проведения работ
Комплекс вредителей на семенной люцерне	Сразу после цветения (в начале завязывания бобов)
Семяеды-апионы на семенном клевере	В период бутонизации, при отсутствии на клевере пчел и других опылителей
Гороховая зерновка на горохе	В начале цветения и через 7—10 дней после первого опыливания
Тли на хлопчатнике	В начале появления вредителей
Обыкновенный и эспарцетовый свекловичные долгоносики на сахарной свекле: молодые личинки жука	Перед севом сахарной свеклы вносить под культивацию 25%-ный дуст гексахлорана на фосфоритной муке в смеси с минеральными удобрениями, песком или сыпучей почвой (1:1). Смесь вносят на глубину 6—8 см
Жуки	При появлении жуков, при массовом ходе жуков обработка повторяется через 1—2 дня, при ослаблении хода — через 2—3 дня и при незначительном ходе — через 4—5 дней

*Продолжение*

Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
25—25 кг	Опыливание
20 кг	»
18—20 кг	Наземное опыливание
12—15 »	Авиаопыливание
12—15 »	Наземное опыливание
11—12 »	Авиаопыливание
40—50 кг смеси на 1 га темно-серых, серых оподзо- ленных почвах и черноземах с низким содержанием гумуса и 50—60 кг на черноземах со средним и высоким содержа- нием гумуса	Внесение в почву
4—7 г дуста на 1 пог. м краевой и направляющей ка- навки и 10—25 г на один лов- чий колодец (на 1 га 2—3 кг дуста на краевые канавки и 1—2 кг на колодцы напри- вляющих канавок) или опры- скивать раствором техниче- ского гексахлорана в дизель- ном топливе (100 г на 1 л масла)—1 л на 20 м канавки. При опыливании посевов — 25—30 кг на 1 га	Опыливание
	Опрыскивание
	Опыливание

Вредители и растения	Время проведения работ
Свекловичная минирующая моль на сахарной свекле	Первое опыливание проводят дустом ДДТ Второе опыливание примерно в первой половине июня
На высадках сахарной свеклы	Первое опыливание в фазу розетки Второе — в период отрастания цветоносных стеблей
Серый свекловичный долгоносик на сахарной свекле	В начале появления жуков, сразу же после посева (до появления всходов)
Свекловичный клоп, желтый слепняк, полевой клоп на сахарной свекле	При первом появлении вредителей
Листоеды на семенниках капусты и других крестоцветных	Летом при появлении вредителей
Карадина (гусеницы) на хлопчатнике	В конце весны и летом
Мальвовая моль на хлопчатнике	Перед посевом
Хлопковая совка на хлопчатнике (гусеницы)	Летом В начале июня — середине июля  В конце июля — половине августа  В первой половине сентября

Продолжение

Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
25—30 кг	Опыливание
25 кг	»
25 »	»
25 »	»
400 г дуста на 10 кг зеленой приманки. Раскладка приман- ки кучками по 100—200 г, из расчета 100 кучек на 1 га (через каждые 10—15 м), или 30 кг дуста	Приманки
15—20 кг	Опыливание
15—18 »	»
30—40 кг приманки из жмы- ховой муки на 1 га (1,2—1,6 кг дуста и воды 10,5—14 л)	Приманки
100 кг 12%-ного дуста на 1 га или 25%-ного дуста 45 кг на 1 га легких почв и 60 кг на 1 га тяжелых и богатых гумусом почв	Внесение в почву
30—40 кг	Опыливание
15—20 »	Опыливание наземными машинами
10—15 »	Авиаопыливание
20—30 »	Опыливание наземными машинами
15—25 »	Авиаопыливание
30—35 »	Опыливание наземными машинами
25 кг	Авиаопыливание

#### **Гранозан (НИУИФ-2)**

Гранозан — белый, серый или светло-желтый порошкообразный препарат с сильным неприятным запахом. Содержит ртуть, а поэтому очень ядовит для человека, домашних животных и птиц. В воде растворяется незначительно.

Препарат используют для сухого протравливания семян.

Болезни, против которых проводят протравливание гранозаном, и расход яда указаны в таблице 4 (см. стр. 57).

Семена, обработанные ДДТ или нафталином, можно протравливать и гранозаном. Протравливание проводят непосредственно перед высевом, но можно протравливать и заблаговременно, за 2—3 месяца до посева. В последнем случае следует протравливать только семена с нормальной влажностью (не выше 15—16%); семена с повышенной влажностью (до 20—22%) протравливают не ранее чем за 3 дня до посева.

Препарат предотвращает повторное заражение обработанных им семян при перевозках и нахождении в почве.

Гранозан повышает всхожесть семян и стимулирует развитие всходов.

Семена, протравленные гранозаном, надо высевать только сеялками, но не вручную.

#### **Гусеничный клей**

Гусеничный клей — густая, клейкая масса от светло-желтого до светло-коричневого цвета; сохраняет клейкость очень продолжительное время.



Т а б л и ц а 4

Семена культур	Болезни, против которых проводят протравливание семян	Расход яда на 1 т семян (в кг)
Пшеницы и ржи	Твердая и стеблевая головня . . . . .	1
Пшеницы	Гельминтоспориоз, фузариоз, зародыш. черный	2
Проса	Пыльная головня . . .	1
Ячменя	Твердая головня, фузариоз, гельминтоспориоз	1,5
Овса	Пыльная и твердая головня, фузариоз . . . .	2
Кукурузы	Головня, сухая гниль и другие болезни . . . .	1
Льна	Фузариоз и другие болезни . . . . .	1,5
Подсолнечника	Белая и серая гниль и другие болезни . . . . .	1,5—2
Кориандра	Различные болезни . .	2
Сои	Бактериоз и другие болезни . . . . .	3—4
Фасоли	Пятнистость бактериальная . . . . .	3
Гороха	Аскохитоз . . . . .	4
Масличных культур—арахиса, периллы, клещевины и др.	Различные болезни . .	1—4 (в зависимости от культуры)
Сахарной свеклы	Корнеед . . . . .	4—5 (предпосевное протравливание)
Капусты, огурцов, томатов и других овощных культур	Альтернариоз и другие болезни	1—4 (в зависимости от культуры)
Клевера	Цветочная плесень . .	1,5
Хлопчатника	Гоммоз и корневая гниль	6 кг — в районах поливного хлопководства и 10 кг — в богарных районах

Гусеничный клей накладывают в виде колец (поясов) на штамбы деревьев для задержания ползущих вверх вредителей (особенно против гусениц тутовой пяденицы). Клеевые кольца накладывают на деревья примерно на высоте груди человека, полосами в 5—10 см ширины. Чтобы не повредить растений, кольца надо накладывать не прямо на кору деревьев, а на ленту бумаги, обвязываемую вокруг ствола. Бумага, на которую намазывают клей, должна плотно прилегать к дереву, для чего предварительно очищают шероховатую кору, а трещины замазывают известью и глиной.

На виноградные лозы, лесные и декоративные деревья клеевые кольца накладывают непосредственно на подчищенную кору. Клей наносят железными лопаточками. На 1 га сада требуется около 10 кг гусеничного клея.

#### ДДТ

ДДТ применяют в виде дуста (порошка), содержащего 5,5% технического ДДТ и 94,5% наполнителя (тальк, каолин и др.), водной суспензии, эмульгосуспензии и минерально-масляной эмульсии.

Водная суспензия ДДТ представляет собой взвесь препарата в воде. Суспензию применяют свежеприготовленной. Готовят ее обычно тщательным перемешиванием и растиранием дуста ДДТ с небольшим количеством воды. Полученную в результате перемешивания и растирания однородную, сметанообразную массу вливают в бочку, в которую доливают воду до требуемого объема.

После тщательного перемешивания суспензия готова к употреблению. Для лучшего прилипания к суспензии во время растирания дуста ДДТ с водой добавляют меляссу (200 г на 1 кг дуста). Суспензия по сравнению с дустом дольше сохраняет свое действие на насекомых.

При использовании наземной аппаратуры водную суспензию готовят из каолиновых дустов. Тальковый дуст пригоден только для водных суспензий, распыляемых с самолетов.

При применении водных суспензий ДДТ необходимо пользоваться опрыскивателями, снабженными мешалкой. Правильно приготовленная водная суспензия ДДТ должна быть достаточно устойчивой, хорошо смачивать обрабатываемые объекты и обладать достаточной прилипаемостью.

В настоящее время производятся порошкообразные препараты ДДТ, предназначенные для применения в виде водных суспензий. Эти препараты — порошки белого или желтоватого цвета, нерастворимые в воде, жирные на ощупь, — представляют собой смесь действующего вещества (ДДТ), каолина, стабилизатора суспензий и прилипателя. Препараты содержат до 30—50% действующего вещества ДДТ.

Водная суспензия, приготовленная из этих препаратов, в отличие от водных суспензий из обычного дуста ДДТ обладает значительной стабильностью и лучше удерживается на растениях.

При изготовлении водной суспензии требуемую для необходимой концентрации навеску химиката предварительно растирают с

небольшим количеством воды и полученную пасту смешивают с остальным, потребным по расчету объемом воды.

Водную суспензию таких препаратов рекомендуется применять в концентрации 0,1—0,3% по ДДТ, в зависимости от вида насекомого. Так, против яблонной тли рекомендуется концентрация 0,15—0,3%, против личинок первого и второго возрастов листовой формы виноградной филлоксеры — 0,2%, против гусениц яблонной плодовой — 0,1—0,2% для истребления гусениц младших возрастов и 0,2—0,3% для истребления гусениц старших возрастов, против бахчевой коровки — концентрация 0,2%.

При изготовлении водных суспензий из препарата, содержащего 30% ДДТ, на каждые 10 л воды следует брать:

для концентрации 0,1%	.....	33 г препарата
» » 0,2%	.....	67 » »
» » 0,3%	.....	100 » »

В опрыскивателях, используемых для опрыскивания суспензиями, изготовленными из этих препаратов ДДТ, наличие мешалок желательно, но можно обойтись и без них.

Эмульгосуспензия ДДТ, или паста-эмульсия, представляет собой массу белого цвета, не расплывающуюся и легко режущуюся ножом. Паста обладает слабым запахом; удельный вес ее около 1,3. Этот препарат можно транспортировать в любой жесткой таре, включая и картонные коробки. Чаще всего перевозят его в деревянных ящиках, бочках или фанерных барабанах. Паста-эмульсия выдерживает хранение как при низкой

(—40°), так и при высокой температуре (+50°) и не изменяет своей коллоидной структуры. При добавлении воды концентрат эмульгосуспензии дает очень устойчивую эмульсию. Расслоение этой эмульсии не наступает даже через 24 часа.

В состав эмульгосуспензии ДДТ входят: 40 или 50 % ДДТ, вспомогательное вещество (эмульгатор) ОП-10, очищенное минеральное масло (10—12 %) и вода. Препарат этот применяется в 0,2—0,8 %-ных концентрациях. Нормы расхода эмульсии такие же, как и минерально-масляной эмульсии ДДТ (20 %).

Главные вредители, с которыми борются при помощи препаратов ДДТ, время проведения работ, способы борьбы, а также нормы расхода яда указаны в табл. 5 (см. стр. 62—75).

Во избежание отравления пчел и других полезных насекомых — опылителей растений категорически запрещается обрабатывать препаратами ДДТ люцерну, клевер, гречиху и другие медоносные растения, а также сады и ягодники в период их цветения. Перед обработкой препаратами ДДТ садов и ягодников, а также расположенных вблизи них участков с посевами медоносных растений необходимо всю окружающую их сорную растительность скосить и уничтожить.

При обработке дустом ДДТ садов и ягодников, в которых расположены ульи с пчелами, допускается оставлять ульи на месте при первом опыливание во время распускания почек (но при условии отсутствия в саду косточковых культур) и при опыливание по окончании цветения, если цветущие сорняки будут уничтожены.

Вредители и растения	Время проведения работ
<p>Луговой мотылек на различных культурах</p> <p>Вредная черепашка на зерновых культурах</p> <p>Совка-гамма на льне и других культурах</p> <p>Озимая совка на различных культурах</p> <p>Шведская муха, гессенская муха, зеленоглазка на яровой пшенице и ячмене</p> <p>Серый и клубеньковые долгоносики на люцерне</p> <p>Фитонмус и различные гусеницы, свекловичный, люцерновый и другие клопы, люцерновый комарик на семенной люцерне</p> <p>Комплекс вредителей на семенном клевере</p> <p>Гороховая зерновка на горохе</p>	<p>Во время появления гусениц младших возрастов</p> <p>Главным образом при появлении личинок первых возрастов и ранней весной против перезимовавшего клопа</p> <p>При появлении гусениц младших возрастов</p> <p>То же</p> <p>До появления повреждений, в фазе 2—3 первых листьев на всходах</p> <p>При массовом появлении жуков на всходах</p> <p>При появлении личинок младшего и среднего возрастов (обычно в начале отрастания побегов и в период бутонизации)</p> <p>В период бутонизации, при отсутствии на клевере пчел и других опылителей</p> <p>В начале цветения и через 7—10 дней после первого опыливания</p>

Таблица 5

Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
20—25 кг	Опыливание
30—40 »	Авиаопыливание
20—30 »	Наземное опыливание
20—25 »	То же
20—35 »	Опыливание Опрыскивание
или 3%-ная водная суспензия (400 л) или отравленные приманки, как и против хлопковой совки	
15—20 кг или 1—2%-ная водная суспензия или 0,5%-ная эмульсия (300—400 л)	Опыливание или опрыскивание (повторяют через 1—2 дня до прекращения массового лёта мух)
10—15 кг	Опыливание
20—25 »	»
или 5%-ная эмульсия (50 л) или 0,4—0,6%-ная эмульсия (400 л)	Авиаопрыскивание Наземное опрыскивание
20—25 кг и при густом травостое 30—35 кг	Опыливание
25—30 кг	Наземное опыливание
15—20 »	Авиаопыливание
При повторном спыливании 15—18 кг	Наземное опыливание



Вредители и растения	Время проведения работ
Свекловичные блошки на сахарной свекле	При первом появлении вредителей на всходах (в начале оживления блошек в очагах зимовки: залежных и поросших сорняками местах в первые весенние дни, а также заросших сорняками землях вокруг полей, предназначенных под посев свеклы)
Свекловичные долгоносики на сахарной свекле	При первом появлении вредителей
Свекловичный клоп, желтый слепняк, полевой клоп на сахарной свекле	То же
Свекловичная щитовоска на сахарной свекле	» »
Гусеницы капустной совки на капусте	При появлении гусениц младших возрастов, до ухода гусениц внутрь кочана
Огородные блошки на различных крестоцветных культурах	При первом появлении вредителей (опыливание повторяют в парниках 1 раз в неделю, в грунте через 7—10 дней, в зависимости от наличия вредителей)
Гусеницы капустной и репной белянок и капустной моли на различных крестоцветных культурах	При появлении молодых гусениц

Продолжение

Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
15—18 кг до 25 кг	Авиаопыливание Наземное опыливание
25—30 кг 1,2—1,5%-ная эмульсия, 5 л на 100 пог. м канавки 1,2—1,5%-ная эмульсия (300 л)	Опыливание Обработка ловчих ка- навок Опрыскивание свеклы (вместо опыливания)
25—30 кг или 1,2—0,5%-ная эмульсия (400 л) или 5%-ная эмульсия (50 л)	Опыливание Наземное опрыскивание
15—18 кг	Авиаопрыскивание Опыливание
18—25 »	»
10—15 кг; в парниках и рассадах 2,5—3 г на 1 кв. м	»
18—25 кг	»

Вредители и растения	Время проведения работ
<p>Рапсовый пилильщик на различных крестоцветных культурах</p> <p>Рапсовый цветоед на различных крестоцветных культурах</p> <p>Капустные (крестоцветные) клопы на различных крестоцветных культурах</p> <p>Капустная муха на капусте</p>	<p>При первом появлении вредителей</p> <p>В период выдвижения бутонов (до цветения); в зависимости от наличия вредителей опыливание повторяют 2—3 раза</p> <p>До откладки яиц</p> <p>С первых дней откладки яиц (примерно в начале цветения вишни)</p> <p>Через 7—10 дней после высадки рассады в грунт</p>
<p>Луковая муха на луке</p>	<p>Перед посадкой и севом лука</p> <p>С первых дней откладки яиц</p>
<p>Хреновый и рапсовый листоеды на различных крестоцветных культурах</p> <p>Льняные и конопляные блохи на всходах льна и конопли</p> <p>Картофельная 28-точечная коровка на картофеле</p>	<p>При первом появлении вредителей</p> <p>То же</p> <p>При первом появлении жуков и личинок</p>

Продолжение

Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
15—20 кг	Опыливание
15—25 кг; до 40 кг при мощном развитии растений (особенно в южных районах СССР)	»
10—15 кг	»
100—150 г дуста на 1000 шт. рассады	Опыливание корней и стеблей рассады перед вы- садкой после обмакива- ния их в смесь коровяка с глиной
15—20 кг	Опыливание основания стеблей растений и земли вокруг них
50 кг на 1 т лука-севка	Обильная обсыпка лука- севка перед посадкой
0,5 кг на 1 кг семян лука	Высев семян лука в сме- си с порошком ДДТ
1—2 кг (на 100 погонных метров)	Посыпка вдоль рядков лука
15—20 кг	Опыливание
15—20 »	»
25 кг	»

Вредители и растения	Время проведения работ
Свекловичная минирующая моль на сахарной свекле	<p>Первый раз при появлении бабочек и молодых гусениц на всходах</p> <p>Второй раз проводят дустом гексахлорана (см. стр. 54)</p> <p>Третий раз после смыкания рядков свеклы против третьего поколения моли</p>
На высадках сахарной свеклы	<p>Первый раз в фазу розетки</p> <p>Второй раз в период отрастания цветоносных стеблей (производят дустом гексахлорана)</p>
На семенной маточной свекле	<p>При укладке в кагаты на хранение</p>
Гусеницы карадрины на хлопчатнике	<p>При появлении гусениц младших возрастов</p> <p>При появлении гусениц старших возрастов (обработку повторяют против каждого поколения вредителя)</p>

*Продолжение*

Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
25—30 кг	Опыливание
25 кг	»
40—50 кг	»
30 кг при опыливании или 150—175 г 20%-ного мине- ральномасляного concentra- та на 10 л воды или 5— 6%-ная водная суспензия, при расходе 800—1200 л рас- твора	Опыливание или опрыс- кивание
25 кг	Опыливание
8—10 г (на 1 кв. м ка- гата)	Опыливание каждого слоя свеклы
15—20 кг 20—30 » или 1—1,5%-ная суспензия дуста—1000 л или 10%-ная суспензия ду- ста 50—100 л	Авиаопыливание Наземное опыливание Опрыскивание
40—60 кг приманки (1 кг 5,5%-ного дуста на 10 кг просеянной жмыховой муки и 2,5 л воды)	Авиаопрыскивание  Приманка

Вредители и растения	Время проведения работ
Гусеницы хлопковой совки	Те же меры, что и про- водят при появлении гу- ния в коробочки. Обработ- дней после первого опыли Разбрасывание приманки
Свекловичная и другие тли на овощных культурах	При появлении вредите- лей; обработку повторяют через 3—5 дней
Малинно-земляничный дол- гоносик, земляничный ли- стоед, корневые долгоноси- ки и другие вредители на землянике и клубнике	В начале выдвижения цветочных кистей Повторяют в начале обо- собления бутонов (пример- но через 8—10 дней после первого опыливания)
Гусеницы листоверток, малинный долгоносик, ма- линный жук на малине	В начале выдвигания или обособления бутонов (до цветения), второе опыли- вание через 6—8 дней по- сле первого
Малинная моль на малине	Перед набуханием почек
Бабочки и гусеницы кры- жовниковой огневки, ложно- гусеницы листовых пилиль- щиков, взрослые жуки смо- родинной златки на крыжов- нике и смородине	Перед цветением и сра- зу после него против крыжовниковой огневки и при появлении ложногусе- ниц пилильщиков и взрос- лых жуков смородинной златки
Яблонный цветоед, букар- ка, гусеницы боярышницы и златогузки на плодовых деревьях	Ранней весной от начала распускания почек до вы- движения соцветий (во время опыливания темпе- ратура воздуха не должна быть ниже 12—13°)

*Продолжение*

Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
тив гусениц карадрины. Опыливание или опрыскивание сениц первого возраста каждого поколения до их внедрения в период начала яйцекладки повторяют через 4—5 вания и через 6—8 дней после первого опрыскивания. повторяют через 6—8 дней	
1,5—2% эмульсия, 400—500 л	Опрыскивание
40 кг	Опыливание
40 »	»
40—50 кг	»
40—50 »	»
50—60 »	»
20—25 » или 2%-ная водная суспензия дуста ДДТ на каолине, или 1%-ная эмульсия	» Опрыскивание »
1000—1500 л	



Вредители и растения	Время проведения работ
Яблонная плодожорка (гусеницы)	Сразу после цветения и дополнительно 2—3 раза после первого опыливания
Пяденица зимняя и пяденица-обдирало (гусеницы)	В период набухания и распускания почек (при отрождении гусениц из яиц). Осенью после листопада (при окрылении бабочек)—опыливание стволов и приствольных кругов
Гусеницы непарного и кольчатого шелкопрядов на плодовых деревьях	Перед цветением или сразу после цветения. Против непарного — при распускании почек
Казарка и вишневый слоник на плодовых деревьях	Во время выхода молодых жуков и массовой яйцекладки казарки примерно в период осыпания завязи
Грушевый клопик на груше	При первом появлении клопика
Тли, цикадки, медяницы на плодовых деревьях	При первом появлении ранней весной во время распускания почек
Щитовки и червецы на различных древесных и кустарниковых насаждениях	Во время отрождения бродяжек или в начале прикрепления личинок, еще не начавших образование щитка, сразу после цветения

Продолжение	
Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
20—25 кг	Опыливание
20—25 »	»
15 г на одно дерево	»
20—25 кг или 1—1,5%-ная эмульсия (1000—1500 л)	» Опрыскивание
20—25 кг или 1—1,5%-ная эмульсия (1000—1500 л)	Опыливание Опрыскивание
15—20 кг	Опыливание
15—20 кг или 0,5—1%-ная эмульсия (8—12 л на 1 дерево), или 1%-ная эмульсия (до 2500 л),	Опыливание или опрыс- кивание »
см. стр. 74—75	

Вредители и растения	Время проведения работ
Яблонная моль на яблонях	Обработку повторяют при появлении личинок второго возраста, в начале образования шттка
Гроздевая листовертка на винограде	Когда гусеницы только что выходят из-под щитков; обработку повторяют во время выхода гусениц из мин и перехода к открытому питанию листьями
Амбарный долгоносик и другие амбарные вредители	При появлении гусениц первого и второго поколений
Амбарные клещи в зернохранилище	При первом появлении вредителей
Гороховая и фасолевая зерновки	То же
	» »

Опыливание дустом ДДТ садов и ягодников проводят в ранние утренние часы, когда еще не летают пчелы. Кроме того, при опылинии сада надо закрывать в ульях летки, а прилетные доски обязательно прикрывать чистой травой; после опыливания и оседания пылевой волны необходимо хорошо промыть водой укрытые травой прилетные доски и открыть летки. На время второго опыливания или опрыскивания сада, то есть в период образования завязей, и при последующих об-

Продолжение

Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
1,25—1,5%-ные эмульсии (до 2500 л) или 20—25 кг	Опрыскивание Опыливание
1—1,5%-ная эмульсия или 2—3%-ные водные суспензии (на каолине) в зависимости от возраста гусениц (8—12 л на 1 дерево)	Опрыскивание
30—40 кг	Опыливание
1 кг на 1 т семенного зерна	Опудривание
1,5—2 кг на 1 т семенного зерна	»
1 кг на 1 т семенных гороха и фасоли	»

работках следует вывезти ульи за пределы сада на расстояние не меньше 8 км. Ульи можно поставить обратно в сад дней через 12—15 по окончании обработки.

Дуст ДДТ не эффективен в борьбе с саранчовыми, взрослыми гусеницами белянок, шелкопрядов и совок, а также против мучнистых червецов и растительноядных клещей. Этот препарат, в отличие от гексахлорана, не дает удовлетворительных результатов в борьбе с вредителями, находящимися в почве.

Обработку растений препаратами ДДТ необходимо заканчивать не позднее чем за 20—25 дней до сбора урожая.

#### **Динитророданбензол**

Динитророданбензол — порошок, содержащий 15% динитророданбензола, 8,7% хлорокси меди, наполнитель (обычно каолин) и вещества, способствующие прилипанию (казеин и др.). Применяется в виде водных суспензий (способом опрыскивания) в борьбе с мильдью винограда, паршой яблонь и другими болезнями, против которых используется бордосская жидкость. Суспензии готовят постепенным смешиванием и растиранием навески химиката с водой. Обычно динитророданбензолом пользуются для указанных целей в 1%-ной концентрации (1 кг препарата на 100 л воды). Этот химикат является заменителем бордосской жидкости.

#### **Динитроортокрезол**

Динитроортокрезол — твердое кристаллическое вещество светло-желтого цвета со специфическим запахом. В воде почти не растворяется. Хорошо растворяется в бензоле, ксилоле, спирте, эфире и других органических растворителях.

Применяется в виде 25—50%-ных концентратов способами опыливания и опрыскивания. Перед употреблением разбавляется до 0,5—1%-ной концентрации водой или каким-либо наполнителем для уничтожения яиц медяниц, тлей, клещей и зимующих щитовок,

вредящих плодовым, ягодным и другим культурам. Препарат обладает хорошими фунгицидными свойствами и используется также для уничтожения зимующих возбудителей болезней. Применяется препарат только для обработки растений, находящихся в состоянии покоя (поздней осенью, зимой, ранней весной). Расход препарата около 7—8 кг на 1 га сада. Препарат очень ядовит.

#### Дихлорэтан (ДХЭ)

Бесцветная подвижная жидкость с запахом, напоминающим хлороформ. Пары дихлорэтана в 3,5 раза тяжелее воздуха.

Дихлорэтан зажигается с трудом, горит коптящим зеленым пламенем и в начале горения легко гасится водой, поскольку вода, будучи легче дихлорэтана, образует на его поверхности изолирующий слой. При интенсивном горении дихлорэтана тушение водой может вызвать взрыв вследствие образования при высокой температуре водяного газа (смесь окиси углерода и водорода).

Пары дихлорэтана воспламеняются при концентрации в 200—600 г и более на 1 куб. м воздуха, тогда как сероуглерод воспламеняется при концентрации 35 г на 1 куб. м воздуха.

В воде дихлорэтан практически нерастворим, но хорошо растворяется в органических растворителях (в спирте, сероуглероде и др.).

Дихлорэтан используют в борьбе с амбарными вредителями, а также для обеззараживания почвы от филлоксеры на виноградниках.

Газация складских помещений производится посредством развешивания мешков, смоченных дихлорэтаном. Нельзя развешивать такие мешки на металлические предметы, транспортерные ленты и сортировочные машины. При обильном смачивании под развешанные мешки надо подкладывать сухие мешки для впитывания стекающего дихлорэтана.

При обеззараживании складских помещений или подполий дихлорэтана берут 280—300 г на 1 куб. м. Газацию проводят при среднесуточной температуре не ниже 12°. Минимальная продолжительность газации должна быть не менее 72 часов. Полная дегазация определяется по отсутствию запаха дихлорэтана.

Газацию тары и вагонных щитов дихлорэтаном проводят так же, как и хлорпикрином, в сухом состоянии, при экспозиции в 48—96 часов. Норма расхода дихлорэтана приведена в таблице 6.

Таблица 6

Газируемые предметы	Высота слоя тары (в м)	Норма расхода дихлорэтана (в г) на 1 куб. м помещения
Мешкотара . . . . .	0,5	300
» . . . . .	1,0	400
» . . . . .	1,5	500
» . . . . .	2,0	700
Вагонные щиты . . . . .	—	400—500
Брезенты . . . . .	—	400—700

При обеззараживании под брезентами на открытой местности дозировки дихлорэтана увеличивают на 50% по сравнению с приведенными в таблице 6. Тару и вагонные щиты можно использовать по назначению только после полной дегазации.

При газации дихлорэтаном зерна и зерновых продуктов без применения труб-зондов высота слоя зерна не должна превышать 1 м. Перед началом обеззараживания слой зерна хорошо выравнивают. Норма расхода дихлорэтана 300 г на 1 куб. м объема зерна, 200—300 г на 1 куб. м объема помещения над зерном и 300 г на 1 кв. м подполья помещения. Обработку производят при температуре не ниже 12° и при влажности зерна не выше 16%. Продолжительность газации 7—8 суток. При обеззараживании зерна и зерновых продуктов под брезентами вне помещения норму расхода дихлорэтана увеличивают на 50%. Газацию зерна с применением труб-зондов производят в тех случаях, когда высота слоя зерна превышает 1 м. При этом норма расхода дихлорэтана 450 г на 1 куб. м объема зерна и 300 г на 1 куб. м объема помещения над зерном.

Из пшеницы, ячменя, овса и проса, насыпанных слоем до 1 м, дихлорэтан улетучивается при температуре 14—20° через 2—3 суток, а при слое 1,5—3 м — через 6—7 суток. Пропуск зерна и зерновых продуктов через машины с аспирацией ускоряет процесс дегазации. Дихлорэтаном нельзя обеззараживать кукурузную и соевую муку.

Газацию дихлорэтаном гороха и фасоли с целью уничтожения гороховой и фасолевой



зерновок производят так же, как и хлорпикрином. Температура воздуха в помещении должна быть не ниже 12°, а гороха и фасоли — не ниже 10° при влажности семян гороха и фасоли не выше 15,5%; продовольственного или фуражного гороха или фасоли — не выше 16%. Норма расхода дихлорэтана 500—600 г на 1 куб. м помещения. Высота слоя гороха не должна превышать 1 м. В противном случае применяют трубы-зонды, при пользовании которыми дихлорэтан расходуют из расчета 300 г на 1 куб. м насыпи гороха или фасоли. На обеззараживание свободного, не занятого горохом или фасолью пространства расходуют дополнительно 200 г дихлорэтана на 1 куб. м. Продолжительность газации 5—8 суток. По окончании газации производят тщательную дегазацию (проветривание) помещения и обеззараживаемых продуктов.

Семена гороха и фасоли перед газацией и спустя 7—10 дней после дегазации необходимо проверять на всхожесть.

Как почвенный фумигант дихлорэтан впервые испытан в СССР в борьбе с филлоксерой на виноградниках. В настоящее время его широко применяют для этой цели вместо сероуглерода.

Для уничтожения филлоксеры на виноградниках дихлорэтан вводят в почву вокруг зараженных виноградных кустов под лопату или инжектором на глубину 20—25 см в дозах 800—1000 г на 1 кв. м, при сетке 0,5×0,5 м. В таких дозах пары дихлорэтана полностью уничтожают филлоксеру на всей глубине залегания корневой системы куста. При этом погибает и зараженный куст. Чем

выше дозировки дихлорэтана, тем на большей глубине погибает филлоксеры.

В небольших дозах дихлорэтан не действует угнетающе на виноградные кусты. На этом основании в последнее время его рекомендуют применять в смеси с парадихлорбензолом для подлечения корнесобственных виноградников и маточников американской виноградной лозы, зараженных филлоксерой.

Дихлорэтан применяют также для истребления колорадского жука и его личинок в почве.

Для повышения эффективности и снижения расхода дихлорэтана применяют смесь его с хлорпикрином. Эту смесь используют для обеззараживания складских помещений, подполий, а также продовольственного зерна (за исключением пленчатых культур, крупы и муки).

Для обработки пустых складских помещений берут 80—90 г смеси (74—83 г дихлорэтана и 6—7 г хлорпикрина) на 1 куб. м помещения. Для обеззараживания подполий норму расхода смеси увеличивают до 100—110 г на 1 куб. м (92—101 г дихлорэтана и 8—9 г хлорпикрина).

При газации помещений отмеренным количеством смеси смачивают мешки, которые затем развешивают в помещении. Продолжительность газаций 3—5 суток. Для дегазации держат открытыми двери и окна до исчезновения запаха фумигантов.

Для обеззараживания продовольственного зерна с применением труб-зондов установлены следующие нормы расхода смеси при высоте насыпи зерна выше 1 м (см. стр. 82).

Обеззараживание зерна без труб-зондов производят при толщине зернового слоя не более 1 м. В этом случае развешивают смоченные смесью мешки, но смесь расходуют из расчета 100—120 г на 1 куб. м объема помещения, занятого зерном (92—110 г дихлорэтана и 8—10 г хлорпикрина), на 1 куб. м объема помещения над зерном 80—90 г смеси (74—83 г дихлорэтана и 6—7 г хлорпикрина) и 1 кв. м подполья — 100—110 г (92—101 г дихлорэтана и 8—9 г хлорпикрина). При обеззараживании под брезентами расход смеси 150—180 г на 1 куб. м пространства (138—165 г дихлорэтана и 12—15 г хлорпикрина).

**Норма расхода смеси дихлорэтана и хлорпикрина для обеззараживания продовольственного зерна с применением труб-зондов**

Газируемое пространство	Нормы расхода (в г) на 1 куб. м пространства		
	смеси	дихлор-этана	хлорпикрина
Надземное пространство (объем, занятый зерном)	220—300	203—280	17—20
Надзерновое пространство	80—90	74—83	6—7

Смесью дихлорэтана с хлорпикрином нельзя обеззараживать семенные фонды.

Влажность продовольственного зерна, обеззараживаемого смесью, не должна превышать 15%. Обеззараживание проводят при температуре не ниже 12%. Продолжительность газации 5—8 суток.

Для обеззараживания мешков, брезентов и вагонных щитов приняты следующие нормы

расхода смеси дихлорэтана с хлорпикрином  
на 1 куб. м помещения.

Газируемые предметы	Высота укладки (в м)	Норма расхода (в г)	
		дихлор- этана	хлорпи- крин
Мешки и брезенты . . {	0,5	92	8
	1,0	110	10
	2,0	185	15
Вагонные щиты . . . .	—	110	10

Экспозиция газации 2—3 суток.

При газации под брезентом нормы расхода  
ядов увеличивают на 50%.

#### Едкий калий

Едкий калий выпускается трех сортов  
(высший, сорт А и сорт Б; содержание едко-  
го калия в них от 88 до 98%).

Хранят этот химикат в железных бараба-  
нах; растворы его имеют те же свойства, что  
и растворы едкого натра.

Используют для влажного обеззаражива-  
ния помещений в борьбе с вредителями хлеб-  
ных запасов. Употребляют в смеси с мине-  
рально-масляным концентратом; 8—8,5%-ный  
раствор едкого калия по токсичности прирав-  
нивается примерно к 10%-ному раствору ед-  
кого натра. Препарат очень ядовит.

#### Едкий натр

Едкий натр (каустическая сода) — твер-  
дое, белое, очень гигроскопическое вещество.  
Технический продукт часто бывает от слабо-  
синеватого до коричневатого-серого цвета.

Едкий натр быстро растворяется в воде и выделяет при этом много тепла. На открытом воздухе едкий натр жадно поглощает воду и расплывается. Хранить его необходимо только в прочной, хорошо закрывающейся металлической, глиняной или стеклянной посуде.

Едкий натр используется для влажного обеззараживания различных складских помещений в виде 10—15%-ных водных растворов.

Для приготовления 10%-ного раствора берут 1 кг едкого натра и 9 л воды; для приготовления 15%-ного раствора — 1,5 кг едкого натра и 8,5 л воды. Раствор надо применять сразу же после изготовления. Опрыскивают стены и потолки помещения обычно 10—12%-ным, а полы 12—15%-ным раствором.

Помещение, обработанное раствором едкого натра, должно хорошо просохнуть, и только после этого оно может быть загружено продуктами; на просушку обычно требуется 1—2 суток. В непросушенное помещение нельзя складывать продукты, а также порожнюю тару и другие материалы во избежание их порчи.

На обеззараживание стен помещения расходуют до 50 г, пола — до 70 г едкого натра на 1 кв. м. Расход готовой (рабочей) жидкости для обработки стен и полов 0,35—0,5 л на 1 кв. м. Препарат очень ядовит.

#### Железный купорос

Железный купорос — зеленые кристаллы, часто с беловатым и бурым налетом. Хорошо растворяется в воде.

Применяется железный купорос для:

уничтожения мхов и лишайников на плодовых деревьях и ягодных кустарниках в количестве . . . . .	6—8 кг на каждые 100 л воды
уничтожения парши груш и яблонь, плодовой гнили, пятнистости, курчавости и сумчатости на плодовых деревьях, в количестве . . . . .	3—5 кг на каждые 100 л воды
уничтожения американской мучнистой росы на кустах крыжовника и антракноза на кустах смородины в количестве . . . . .	5 кг на каждые 100 л воды
уничтожения антракноза, мильдью, оидиума виноградной лозы (опрыскивание стволов, ветвей и однолетних побегов) в количестве . . . . .	6 кг на каждые 100 л воды
уничтожения яиц тлей и гусениц почковой моли на кустах смородины и крыжовника в количестве . . . . .	3 кг на каждые 100 л воды
уничтожения листолюбшки на деревьях инжира, виноградного мучнистого червеца на виноградной лозе, розанной листовертки на гранате в количестве . . . . .	6 кг на каждые 100 л воды
уничтожения зимующей стадии гранатовой плодовой гнили на гранате в количестве . . . . .	6—8 кг на каждые 100 л воды

Опрыскивание плодовых деревьев и ягодных кустарников для уничтожения мхов и лишайников необходимо проводить ранней весной, до распускания почек, или поздней осенью, после опадения листвы.

Применять раствор железного купороса против американской мучнистой росы на кры-

Жовнікѣ и антракноза на смородинѣ надо осенью, после опадения листвы или в крайнем случае ранней весной, до распускания почек.

В борьбѣ с антракнозом, мильдью и оидиумом виноградной лозы — поздней осенью или ранней весной, до распускания почек.

Против розанной листовертки на гранате — после сбора урожая и листопада. Во всех других случаях применять железный купорос можно только поздней осенью, после листопада, или в ранневесенний период, до распускания почек.

Нельзя опрыскивать железным купоросом облиственные деревья и кустарники во избежание сильных ожогов. Добавлять известь в раствор железного купороса, как часто рекомендуется делать, не следует, так как это значительно снижает эффективность железного купороса.

При отсутствии других химикатов железный купорос может быть применен для уничтожения на деревьях зимующих яиц яблонной тли в осенне-зимний период (из расчета 6 кг на каждые 100 л воды), а также для борьбы с полевыми слизнями, путем рассева его в мелкораздробленном виде по зараженной площади и по дну заградительных канав, а также опрыскиванием зараженных полей. Берется купороса 100—130 кг при рассеве и 70—96 кг при опрыскивании на 1 га (из расчета 700—800 л раствора; 1000—1200 г на 10 л воды).

Хранить железный купорос следует только в сухом помещении.

### **Зеленое масло (нефтяное)**

Зеленое масло является продуктом перегонки нефти. В воде не растворяется. Для влажной дезинсекции пустых зернохранилищ и других складских помещений применяют исключительно в виде эмульсий. При изготовлении эмульсии зеленого масла используют белую или желтую глину, известь или нафтеновую кислоту.

Эмульсии с глиной или известью готовят в самих хозяйствах. На 70 частей зеленого масла берут 5—6 частей глины и 25—26 частей воды. Для опрыскивания 3—5 кг такого концентрата растворяют в 100 л воды.

### **Известково-серный отвар (ИСО)**

Известково-серный отвар — прозрачная вишнево-красная жидкость. Можно готовить как из чистой молотой серы, так и из серных концентратов I и II сортов.

Известково-серный отвар применяется главным образом для опрыскивания хлопчатника, плодовых и citrusовых насаждений при борьбе с клещиками.

Для опрыскивания зараженного клещиком хлопчатника применяют известково-серный отвар крепостью 0,5° Боме.

При приготовлении рабочего раствора для опрыскивания хлопчатника необходимо пользоваться таблицей 7, показывающей, какое количество литров маточного отвара надо разбавить в воде, чтобы получить 100 л рабочей жидкости (см. стр. 88).



Таблица 7

Крепость маточного отвара		На изготовление 100 л рабочего раствора крепостью 0,5° Боме необходимо взять маточного отвара (в л)	Крепость маточного отвара		На изготовление 100 л рабочего раствора крепостью 0,5° Боме необходимо взять маточного отвара (в л)
показания ареометра (в ° Боме)	показания ареометра по удельному весу		показания ареометра (в ° Боме)	показания ареометра по удельному весу	
25	1,210	1,66	19	1,152	2,29
24	1,199	1,74	18	1,142	2,44
23	1,190	1,83	17	1,133	2,61
22	1,180	1,93	16	1,125	2,79
21	1,170	2,04	15	1,116	3,00
20	1,161	2,16	14	1,107	3,23
			13	1,099	3,51

Норма расхода жидкости на 1 га: для поливного хлопчатника в мае — первой половине июня 500—750 л, во второй половине июня — первой половине июля 750—1200 л и во второй половине июля — августе 1200—2000 л. При обработке неполивного хлопчатника нормы расхода ИСО снижаются на 25—30%. При использовании опрыскивателей с одинарными наконечниками нормы расхода жидкости можно снизить в два раза. При сильном заражении требуется опрыскивать хлопчатник не менее трех раз за сезон. Опрыскивание хлопчатника надо производить в утренние (по росе) и вечерние часы, когда воздух более влажный. В жаркие часы дня опрыскивать не следует во избежание ожогов.

В районах массового размножения паутинного клещика вслед за обрезкой листвы на первую выкормку шелкопряда необходимо проводить также опрыскивание тутовых деревьев.

На одно дерево расходуется 8—12 л отвара крепостью 0,5° Боме.

Для борьбы с зимующими на плодовых деревьях вредителями (яблонная медяница, тли и др.) необходимо применять известково-серные отвары с повышенной крепостью — 5—7° Боме.

Опрыскивание проводят примерно за 5—10 дней до выхода личинок медяницы из яиц.

Расход жидкости на одно дерево среднего размера 8—12 л.

Известково-серным отваром крепостью 4—6° Боме пользуются для обмазки побегов виноградных кустов против клещиков, акариноза (ранней весной до набухания почек или поздней осенью). После распускания почек производят опрыскивание виноградных кустов 0,5° ИСО. При появлении признаков акариноза в летний период опрыскивают повторно 0,5° ИСО.

ИСО используют для борьбы с возбудителями тех грибных болезней, против которых применяют и серу.

В таблице 8 приведены расчеты разбавления маточных (крепких) отваров ИСО водой для получения рабочих растворов, используемых для опрыскивания плодовых деревьев (см. стр. 90).

ИСО нельзя смешивать с минеральными эмульсиями, мылом, парижской зеленью и медным купоросом.

Таблица 8

Удельный вес маточно- го отвара	Крепость маточного отвара (в °Боме)	Количество маточного отвара, необходимое для получения 100 л рабочего раствора	
		крепостью 5° Боме для зим- него опрыски- вания	крепостью 1° Боме для летнего оп- рыскивания
1,318	35	10,50	1,96
1,308	34	11,00	2,24
1,296	33	11,50	2,35
1,285	32	12,60	2,45
1,273	31	13,10	2,55
1,262	30	13,68	2,66
1,251	29	14,27	2,78
1,241	28	14,91	2,90
1,230	27	15,60	3,08
1,220	26	16,33	3,18
1,210	25	17,13	3,33
1,199	24	18,00	3,50
1,190	23	18,93	3,68
1,180	22	19,96	3,88
1,170	21	21,08	4,10
1,161	20	22,31	4,34
1,152	19	23,67	4,60
1,142	18	25,19	4,90
1,133	17	26,89	5,23
1,125	16	28,79	5,60

#### Калийная соль

Калийную соль с содержанием 30—40% окиси калия применяют для уничтожения слизней на овощных растениях путем опрыскивания (10 кг калийной соли на 10 л воды). Опрыскивают поздно вечером, когда слизи

выползают на растения. Эту соль можно заменить железным купоросом, суперфосфатом или известью.

#### **Карболинеумы**

Карболинеумы — концентраты эмульсий каменноугольных масел. Это тягучие жидкости темно-бурого цвета со специфическим дегтярным запахом. Карболинеумы обладают не только инсектицидными, но также фунгицидными и бактерицидными свойствами. Для изготовления карболинеумов наиболее ценными считаются масла тяжелые и негигроскопические. К смеси масел можно добавлять разные антисептические вещества. К растворимым карболинеумам добавляют разного рода эмульгаторы. Лучшими считаются карболинеумы с большим удельным весом и сравнительно высокой температурой кипения масла. Для опрыскивания нужны карболинеумы, хорошо растворимые в воде, а для обмазки деревьев или обработки древесины — нерастворимые.

Из карболинеумов в настоящее время применяется так называемый препарат КЭАМ (концентрированная эмульсия антраценового масла, «садовый карболинеум»), представляющий собой приготовленный на заводе концентрат. Имеет вид густой жидкости. Содержит 56—60% антраценового масла, 36—39% воды и 4—5% сульфитного щелока. Этот препарат выдерживает хранение при температуре от 25° мороза до 40° тепла, но при температуре ниже нуля превращается в густую массу. Перед применением весной необходимо поместить препарат в теплое помещение.

Перед приготовлением рабочей эмульсии концентрат необходимо перемешать до получения однородного состава.

При опрыскивании плодовых и других деревьев употребляют свежеприготовленную эмульсию.

Карболинеум применяют для уничтожения яиц тлей, клещей, медяниц и других вредителей, зимующих на растениях в стадии яиц или взрослых насекомых, и главным образом для зимнего и ранневесеннего опрыскивания садов, в виде 6—8%-ной эмульсии для косточковых плодовых деревьев, ягодных кустарников и 8—10%-ные эмульсии для опрыскивания семечковых плодовых. Лучшим временем для опрыскиваний считается ранняя весна, незадолго до распускания почек. Опыскивания летние, особенно в период цветения, и осенью делать нельзя. Растения, употребляемые в пищу, нельзя опрыскивать этими препаратами вследствие сильного запаха, присущего им.

Раны деревьев смазывают карболинеумом весной. Широко применяют карболинеумы для предохранения древесины от повреждений грибами.

В таблице 9 приведены нормы расхода препарата КЭАМ (см. стр. 93).

Ежегодное применение карболинеумов исключает необходимость опрыскивания деревьев железным купоросом против мхов и лишайников, так как эти химикаты уничтожают их. Карболинеумы раздражают кожу и опасны для глаз, что надо учитывать при работе с ними. Надо пользоваться респиратором с шлемом-маской, шею защищать плотной повязкой, а руки — резиновыми перчатками.

Т а б л и ц а 9

Растения	Применяемая концентрация (в ‰)	Расход на 1 га	
		жидкости (в л)	препарата КЭАМ (в кг)
Питомники плодовых . .	8	700	56
Сады семечковые:			
неплодоносящие:			
в возрасте до 6 лет	8—10	250	20—25
»       » 6—10 »	8—10	500—750	40—60
плодоносящие:			
в возрасте 10—15 лет	8—10	750—1200	60—96
»       » 15—25 »	8—10	1200—2000	96—200
»       » 25—30 »	8—10	2000—3500	160—350
Сады косточковые . . .	6—8	400—900	24—72
Смородина . . . . .	6—8	1500—2000	90—160
Крыжовник . . . . .	6—8	1000—1500	60—90

### Карбофос-1

Карбофос-1 фосфорорганическое соединение. По внешнему виду — густая бесцветная маслянистая жидкость с запахом гнилой редьки.

Карбофос-1 выпускается в виде концентрата и содержит в качестве действующего начала 35% технического карбофоса и 70% эмульгатора ОП-7. Концентрат хорошо смешивается с водой. В виде эмульсий эффективен против бахчевой, оранжерейной и других тлей, а также многих видов гусениц младших возрастов и паутиных клещей на овощных и других культурах. Рекомендуют применять препарат в концентрациях 0,1—0,2% (100—200 г на 100 л воды) против тлей и гусениц, в концентрациях 0,2—0,45 (200—450 г на 100 л воды)

против паутинных клещей. Карбофос-1 быстро разрушается под действием влаги, света и тепла. Препарат ядовит.

#### **Керосиново-известковые эмульсии**

Нередко для опрыскивания хранилищ применяют керосиново-известковые эмульсии, изготавливаемые непосредственно в хозяйствах. На 1 л керосина берут 1,5—3 кг свежегашеной извести, смесь тщательно сбивают, затем постепенно добавляют 10 л воды, осторожно помешивая венником до получения однородной достаточно густой жидкости.

Известково-керосиновые эмульсии расходуют в количестве 0,4—0,5 л на 1 кв. м.

#### **Керосиново-мыльная эмульсия**

Керосиново-мыльную эмульсию готовят из керосина, воды и эмульгатора — мыла. Для большей устойчивости нужно тщательно перемешивать смесь при изготовлении эмульсии с достаточным количеством мыла. Однако избыток мыла и доведение капель керосина до очень мелкого размера нежелательны. Такие эмульсии плохо прилипают к листьям и быстро стекают с них.

Предварительно готовят основную концентрированную смесь.

Для этого растворяют мыло в небольшом количестве горячей воды (раз в 10 меньшем, чем намечаемый объем эмульсии). После перемешивания в раствор вливают тонкой струей керосин, причем жидкость одновременно тщательно взбалтывают пучком прутьев. Когда смесь примет однородный молочный цвет (при-

мерно через 12—20 минут), взбалтывание прекращают и добавляют нужное количество воды.

Хорошо приготовленная жидкость имеет вид молока и не расслаивается по крайней мере в течение 5 часов. При плохом приготовлении эмульсия быстро распадается на составные части, причем керосин всплывает наверх в виде жирных пятен. Такая смесь, даже разведенная, может ожечь растения.

Керосиново-мыльную эмульсию нужно использовать возможно быстрее, до появления признаков расслаивания. Концентрация составных частей в таких эмульсиях колеблется примерно в следующих пределах: мыла 0,15—0,75 %, керосина 1—4 %.

Керосиново-мыльная эмульсия является очень сильным средством против медяниц, тлей, личинок клопов, щитовок и многих других вредителей. Пользоваться керосиново-мыльными эмульсиями для опрыскивания облиственных растений следует лишь в крайних случаях, при отсутствии других инсектицидов и с весьма большой осторожностью. Нельзя применять их в жаркую погоду, так как на солнце они могут повредить растения.

При зимних опрыскиваниях эмульсии делают более концентрированными, с содержанием керосина до 8—10 %; соответственно увеличивают и количество мыла.

#### **Кремнефтористый натрий**

Кремнефтористый натрий —тяжелый, белый, иногда с кремовым или сероватым оттенком кристаллический тонкий порошок, без запа-



ха, пылевидный, но при хранении нередко слеживается в комки. Растворяется в воде плохо.

Кремнефтористый натрий применяют для приманок против тех же вредителей, что и фтористый натрий, а также и против других вредителей, указанных в табл. 10 (см. стр. 97—100).

Кремнефтористый натрий нельзя применять для опыливания редиса, репы и других корнеплодов, поступающих в продажу вместе с ботвой в качестве пучкового товара, а также капусты в период завязывания кочана, так как этот препарат ядовит для человека, домашних животных и птицы.

Кремнефтористый натрий используется также для отравления приманок в борьбе с мышами и крысами как в помещениях (от 0,6 до 1 кг яда на 10 кг пищевой приманки), так и в поле (0,5 кг яда на 10 кг приманки). Расход на 100 кв. м помещения: 4,5—7,5 г яда и 70—80 г приманки.

Расход на 1000 нор в поле: 0,02 кг яда и 0,4 кг приманки.

Этот химикат нельзя смешивать с известью, мелом и другими веществами, обладающими щелочными свойствами, во избежание снижения эффективности яда.

#### Креолин

Креолин — жидкость темно-бурого или коричневого цвета, с резким запахом дегтя, маслянистая на вид.

При взбалтывании креолина с водой образуется молочно-белая, иногда слегка коричневая, непрозрачная жидкость.

Т а б л и ц а 10

Вредители и растения	Дозировка яда при однократном опыливание или концентрация рабочего раствора	Способ применения
Обыкновенный, серый и другие свекловичные долгоносики на сахарной свекле	8—10 кг чистого яда на 1 га, или в смеси с равным количеством сухой просеянной дорожной пыли (16—20 кг на 1 га), или 70 г на 10 л воды	Опыливание
Свекловичная щитовоска и свекловичные блошки на сахарной свекле	70—75 г на 10 л воды	Опрыскивание »
Гусеницы озимой совки на озимых посевах зерновых	80 г на 10 л воды	»
Гусеницы карадрины на сахарной свекле	70 г на 10 л воды	»
Огородные и свекловичные блошки на овощных и свекле	8—15 кг яда на 1 га в чистом виде или в смеси с тальком, дорожной пылью (1 часть яда на 1—2—5 частей разбавителя). Расход смеси 24—90 кг на 1 га	Опыливание
Льняные и конопляные блошки на льне и конопле	10—12 кг на 1 га	»

Вредители и растения	Дозировка яда при однократном опыливания или концентрация рабочего раствора	Способ применения
Капустная муха на капусте	50 г на 10 л воды	Поливка под каждое растение по $\frac{1}{2}$ стакана раствора
Капустная белянка (гусеницы) на капусте	8—15 кг на 1 га в чистом виде или в смеси с дорожной пылью, просеянной золой (1 часть яда на 2 части разбавителя). Расход смеси 24—45 кг на 1 га,	Поливку повторяют дважды через 7—8 дней
Капустная моль (гусеницы) на капусте	или 80 г яда и 40 г зеленого или хозяйственного мыла на 10 л воды	Опыливание
Капустная совка (гусеницы) на капусте	То же, что и против капустной белянки	Опрыскивание
Луговой мотылек (гусеницы) на хлопчатнике	50 г яда на 10 л воды, или 8—12 кг на 1 га	Опрыскивание
	10—12 кг яда и 5—6 кг добавителя на 1 га,	Авиаопыливание
	или 120 г на 10 л воды	Опыливание
		Опрыскивание

Продолжение

4 \*

Вредители и растения	Дозировка яда при однократном опыливание или концентрация рабочего раствора	Способ применения
<p>Совка-гамма (гусеницы) на льне</p> <p>Луговой мотылек на сахарной свекле и других растениях</p> <p>Люцерновая совка на льне, сое, люцерне и многих других культурах</p> <p>Хлопковая совка (гусеницы) на хлопчатнике</p> <p>Серый свекловичный долгоносик на сахарной свекле</p> <p>Кравчик на всходах подсолнечника</p>	<p>8—10 кг на 1 га или 50 г на 10 л воды</p> <p>8—10 кг на 1 га или 50—75 г на 10 л воды</p> <p>8—10 кг на 1 га или 50 г на 10 л воды</p> <p>3,2—4,8 кг яда при расходе 40—60 кг сухой приманки на 1 га 150 г на 10 кг сухой приманки или 200 г яда на 10 кг зеленой приманки (в канавках) 12 кг на 1 га</p>	<p>Опыливание Опрыскивание Опыливание Опрыскивание</p> <p>Опыливание Опрыскивание</p> <p>Приманки »</p> <p>Опыливание</p>

69

Вредители и растения	Дозировка яда при однократном опыливание или концентрация рабочего раствора	Способ применения
Листовой люцерновый слоник и другие грызущие насекомые (тихиусы-семяеды и др.) на люцерне, оставляемой главным образом на семена	15—20 кг на 1 га	Опыливание
Озимая совка (гусеницы) на различных культурах	1—3 кг на 20—30 л воды; раствор расходуют на 100 кг приманки. Меньшее количество яда для приманки в ловчих канавах, большее на посевах и парах	Приманки
Гороховые или клубеньковые долгоносики на бобовых	8—10 кг на 1 га	Опыливание
Пилильщики на смородине и крыжовнике	10—20 кг на 1 га	»
Земляничный долгоносик на землянике и клубнике	50 г на 10 л воды	Опрыскивание
Зеленая смородинная златка на смородине	100 г на 10 л воды	»
Рапсовый цветоед, рапсовый и хреновый листоеды на различных крестоцветных культурах	12—15 кг на 1 га	Опыливание

Рабочую эмульсию готовят, постепенно приливая воду к креолину. Смесь тщательно перемешивают до получения однородной жидкости. На поверхности изготовленной эмульсии не должно быть маслянистых капель.

Креолин часто применяют для поливки растений против капустной мухи в виде 0,5—0,75%-ной эмульсии (50—75 г креолина на 10 л воды) или в виде смеси, состоящей из 95 частей золы или извести и 5 частей креолина.

Предохранение капустной рассады от повреждений грызунами достигается опрыскиванием раствором креолина в концентрации 30 г на 10 л воды.

Против луковой мухи пользуются 1—2%-ным раствором креолина, которым поливают лук из расчета 7—5 л на 100 пог. м. Через каждые 7—9 дней поливку повторяют 2—3 раза.

Водным раствором креолина (2%-ным) можно пользоваться для опрыскивания деревянных частей парников с целью предохранения выращиваемых растений от мышей.

#### Крысид

Крысид — буроватый или серый мелкокристаллический порошок без запаха. В воде растворяется слабо. Применяется для уничтожения крыс и мышей.

Перед изготовлением приманки крысид мелко толкут, а затем тщательно смешивают с приманочным веществом из расчета 5—10 г на 1 кг приманочного вещества.

Крысид ядовит для человека, домашних животных и птиц.

#### **Кубовые остатки дихлорэтана**

Кубовые остатки получают как побочный продукт при очистке дихлорэтана. Химический состав их крайне непостоянен (около 20 % дихлорэтана, до 60 % трихлорэтана, остальное — высшие хлорпроизводные и другие примеси). По внешнему виду представляют собой густую смолистую массу темного цвета, не растворяющуюся в воде. Этот фумигант, как более эффективный в борьбе с филлоксерой и сравнительно дешевый, чем дихлорэтан, широко применяют для ликвидации зараженных этим вредителем виноградных кустов, для чего кубовые остатки дихлорэтана вносят в почву из расчета 500—700 г на 1 кв. м на глубину 20—25 см.

#### **Мазут**

Мазут в чистом виде используют для уничтожения на деревьях яиц непарного шелкопряда, колоний кровяной тли и урюковой ночницы. С этой целью колонии вредителей смазывают кистью, смоченной мазутом. Делать это можно только осенью, после листопада, или весной, до набухания почек.

#### **Марганцовокислый калий**

Марганцовокислый калий — темно-фиолетовые, почти черные или темно-пурпурные со слабым металлическим блеском кристаллы, хорошо растворяющиеся в воде. Разведенные растворы — светло-малиновые, более концентрированные — темно-фиолетовые и непрозрачные.

Может быть использован для протравливания семян овощных культур в концентрации от 0,01 до 1 %. Чаще всего рекомендуют 1 %-ный раствор для дополнительного протравливания семян томатов против шероховатости и мозаики. Семена выдерживают в растворе 30 минут. Химикат также применяют (на 1 л воды от 0,1 до 10 г) для обеззараживания помещений, предназначенных для хранения и переработки пищевых продуктов; находящиеся в этих помещениях металлические предметы, во избежание их порчи (окисления), на время обеззараживания необходимо удалять.

Марганцовокислый калий при соединении с формалином способствует быстрому выделению формальдегида и поэтому может быть использован при обеззараживании помещений формалином.

#### **Медный купорос**

Медный купорос, при отсутствии других ядов, и то как исключение, применяют в 0,5—2 %-ных растворах при позднеосеннем, зимнем и ранневесеннем (до распускания почек) опрыскивании плодовых деревьев и ягодников против зимующих стадий парши, фруктовой гнили, курчавости листьев персика, мильдью винограда и других возбудителей грибных болезней, а также против мхов и лишайников. Расход медного купороса до 30 кг на 1 га.

Медный купорос используют также для обеззараживания корневой системы плодовых саженцев, пораженных корневым раком (после удаления наростов). Для обеззараживания корней применяют пятиминутную промывку в 0,1—1 %-ных растворах, с обязательной после-



дующей промывкой корней в воде. Обеззараживать саженцы можно только в период их зимнего покоя во избежание отрицательного действия медного купороса на корневую систему.

#### Мел

Для борьбы с вредными насекомыми и клещами применяют чистый мел, предварительно отмученный в воде, а затем просушенный до содержания в нем воды около 0,2 %.

Отмученным мелом можно опудривать зерно путем перелопачивания его или перемешивания в машинах, применяемых для сухого протравливания семян. Зерно, подвергаемое обработке мелом, не должно иметь влажность выше 14—15 %. При более высокой влажности мел оказывает слабое действие, и вредители не погибают.

Отмученным мелом можно обеззараживать только семенное зерно (пшеницу, рожь, овес, ячмень). Зерно, подлежащее протравливанию сухими протравителями (препаратом АБ и др.), а также продовольственное и фуражное обрабатывать мелом не рекомендуется. Перемешивание зерна с мелом в машине для сухого протравливания производят в течение не менее 3 минут, пока не будет достигнуто равномерное опудривание зерна. Расходуется мела 2—3 кг на 1 т зерна. После обработки вредители погибают в продолжение примерно 50 суток. Зерно, обработанное мелом, необходимо хранить в сухом складе насыпью не выше 2 м, иначе оно сильно уплотняется.

Мел применяют для предохранения лука-севка от заражения клещом (10—20 кг мела на

1 т лука-севка) и капусты от серой гнили (20 кг мела на 1 т капусты), а также в борьбе с белой гнилью моркови путем послыйного опыливания корней (15—20 кг на 1 т) при закладке на хранение.

#### **Меркаптофос**

Меркаптофос выпускается в виде 30%-ного концентрата эмульсии с эмульгатором ОП-7. Препарат является новым фосфорорганическим внутрирастительным ядом. Проникая внутрь растений, он придает им ядовитые для сосущих насекомых свойства, которые сохраняются от трех недель до одного месяца и более, в зависимости от концентрации. Рекомендуется для борьбы с клещами, тлями, трипсами, медяницами, растительноядными клопами, гусеницами и личинками, минирующими листья, бродяжками червецов и щитовок на плодовых, цитрусовых насаждениях (неплодоносящих) и на хмеле — в концентрации 50—100 г препарата на 100 л воды. При необходимости проводят повторное опрыскивание растений, но не раньше как через 25—30 дней после первого опрыскивания.

В борьбе с паутинным клещиком, тлями и трипсами на хлопчатнике меркаптофос применяется в мае в концентрации 1,2 кг на 100 л воды, в июне и июле в концентрации 1,5—2 кг на 150 л воды на 1 га.

При использовании тракторных опрыскивателей указанные количества ядов остаются прежними, но увеличивается расход воды до 250—600 л на 1 га (в зависимости от типа опрыскивателя).

При авиаопрыскивании расходуется жидкости 100—150 л на 1 га, концентрации ядов остаются указанные выше.

Меркаптофос — сильнодействующий яд, им нельзя обрабатывать овощные и другие растения, идущие в пищу человеку и на корм скоту, а также плодоносящие деревья и ягодные кустарники. Семена хлопчатника, протравленные этим препаратом, запрещается использовать для переработки на пищевое масло и кормовые цели; нельзя употреблять в корм и хлопковый жмых. При работе с этим ядом необходимо пользоваться защитными средствами.

#### **Меркуран**

Меркуран — порошкообразный препарат белого, серого или светло-желтого цвета, с характерным запахом, жирный на ощупь, в воде не растворяется. Препарат представляет собой механическую смесь гранозана и обогащенного гексахлорана.

Меркуран рекомендуют применять в районах распространения проволочников, расходуя его в таких же количествах, как и гранозан, применяя против твердой головни и фузариоза пшеницы, головни овса и кукурузы, головни и гельминтоспориоза ячменя, гоммоза хлопчатника и других болезней. Меркуран ядовит.

#### **Минеральные масла и минерально-масляные эмульсии**

Минеральные масла применяют для уничтожения ряда стойких вредителей плодовых деревьев: клещиков, червецов и щитовок, алей-

родид, листоблошек, яблонной плодовой тли и других. Минеральные масла действуют как яд только при соприкосновении с телом насекомых. Обжигающее действие масел на растения ограничивает их применение почти исключительно деревянистыми растениями, преимущественно поздней осенью, зимой и ранней весной (реже — летом).

Масла для летнего опрыскивания растений должны быть мало вязкие, содержать очень мало сульфидирующихся веществ и обладать возможно меньшей способностью к окислению. Такими маслами являются трансформаторное и вазелиновое.

**Концентраты масляных эмульсий.** Опрыскивание чистыми маслами в настоящее время практикуется главным образом при авиационном методе борьбы с вредителями плодовых насаждений в период их покоя, а также для обмазки яйцекладок непарного шелкопряда на стволах и ветвях деревьев.

В борьбе с вредителями садов при помощи наземной аппаратуры минеральные масла чаще всего используют в форме эмульсий. В состав эмульсий входят масло, эмульгатор и вода. В качестве эмульгаторов используют вещества, дающие коллоидные растворы, например мыло, а также образующие в воде взвешенные, мелкоизмельченные твердые частицы, обволакивающие капли масла (основные сульфаты железа, меди и других тяжелых металлов, каолин) и не дающие им сливаться. Могут применяться и органические синтетические эмульгаторы.

**Зимнее применение масел.** В районах плодового хозяйства, где в основном распространены чер-

вещи, щитовки и листовертки, необходимо применять эмульсии нефтяных масел. Если же преобладают яблонная медяница и тли, то используют главным образом эмульсии тяжелых каменноугольных масел (карболинеумы), Эмульсии минеральных масел более эффективны, чем железный купорос. Эти эмульсии при систематическом применении также уничтожают лишайники и мхи, что исключает необходимость опрыскивать для этой цели плодовые деревья железным купоросом.

В борьбе с червецами, щитовками, яблонной молью, листовертками, клещиками, зимующими на плодовых и других деревьях, а также на ягодных кустарниках, рекомендуется применять нефтяные выщелоченные масла, обладающие малой вязкостью. Такими маслами являются веретенные (марки 2; 3; 3В), машинные (марки 2В и Л), автол 6 и соляровое масло.

В борьбе с яблонной медяницей и тлями, зимующими в стадии яйца, применяют каменноугольные масла (антраценовое, шпалопропиточное) или зеленое тяжелое масло.

Применение эмульсий нефтяных масел в период наибольшего покоя (осенью, после листопада) обычно безопасно для семечковых, но только в условиях мягкой зимы. В зонах плодоводства, где осенью и зимой возможны низкие температуры, осенние сроки обработки эмульсиями масел могут принести вред и для семечковых.

В тех районах плодоводства, где преобладают мягкие зимы (Краснодарский край, Азербайджанская и Грузинская ССР, Крым), плодовые деревья семечковых пород можно обра-

батывать в период после окончания листопада до начала распускания почек. В зонах же более низких температур семечковые опрыскивают исключительно ранней весной, до распускания почек. Насаждения, в которых преобладают плодовые деревья косточковых пород, обрабатывают эмульсиями нефтяных масел только ранней весной, до начала распускания почек; в зонах с мягким климатом это можно делать и в зимние оттепели.

Опрыскивание деревьев семечковых и косточковых пород эмульсиями каменноугольных масел или зеленого тяжелого масла рекомендуется также только ранней весной, до распускания почек. При температуре ниже  $+5^{\circ}$ , а также во время дождя и снегопада сады нельзя обрабатывать эмульсиями масел.

При обработке масляными эмульсиями деревьев необходимо опрыскивать обильно, до полного смачивания всех ветвей и штамба. Если требуется повторная обработка эмульсиями масел, то промежуток между опрыскиваниями должен составлять не менее десяти дней.

Для уничтожения зимующих стадий вредителей необходима определенная концентрация масла в эмульсии. Чем выше эта концентрация, тем сильнее действие на вредителей. Однако следует помнить, что эмульсии с чрезмерно высоким процентом масла угнетают растения. Эмульсии с концентрацией нефтяных масел (солярового, веретенного или машинного) не ниже 4—8% (для семечковых) и не ниже 4—6% (для косточковых) с успехом используют ранней весной (до распускания почек) в борьбе с калифорнийской щитовкой, красной щитовкой, запятовидной щитовкой, акациевым

и сливовым червецами, с листовертками, яблонной и листовой молями, с зимней пяденицей, почковой вертуньей и цветочной тлей.

Против яблонной медяницы и тлей можно применять 2%-ную (по маслу) эмульсию антраценового или зеленого тяжелого масла. При массовом заражении медяницей и тлями, а также при наличии щитовок, зимней пяденицы и других вредителей концентрации указанных масел в эмульсии необходимо повысить до 4%.

Наибольшая эффективность от применения масел достигается в садах, где предварительно проведены необходимые агротехнические мероприятия. Нельзя проводить опрыскивание перед похолоданием, во время дождя и снегопада.

Авиаопрыскивание садов чистыми маслами (дизельное топливо, соляровое масло) рекомендуется применять в южных и средних зонах плодородия СССР исключительно ранней весной, до распускания почек против яблонной моли, при сильной зараженности щитовками, а также против фиолетовой и калифорнийской щитовок. В последнем случае рекомендуют применять соляровое масло. Против калифорнийской щитовки авиаопрыскивание маслами следует комбинировать с наземным опрыскиванием стволов деревьев и ветвей нижней части кроны. Норма расхода масел при авиаопрыскивании 100—120 кг на 1 га сада.

В соответствии с указаниями Министерства сельского хозяйства РСФСР по применению минерально-масляных эмульсий в борьбе с вредителями плодовых культур в период покоя плодовых деревьев рекомендуется применение концентраций эмульсий, указанных в таблице 11 (см. стр. 112—113).

**Весенне-летнее применение масел.** Весной и летом опрыскивание плодовых деревьев эмульсиями масел проводят, как правило, в сочетании с другими инсектицидами (ДДТ, арсенатом кальция, парижской зеленыю).

Такое мероприятие весьма целесообразно проводить почти против всех видов вредителей плодового сада. Особенно эффективно в этот период действуют эмульсии на яблонную плодожорку. В весенне-летний период рекомендуют применять очищенные легкие нефтяные масла — трансформаторное и вазелиновое. При сочетании с ДДТ можно пользоваться дизельным топливом и применять так называемую «баковую смесь», т. е. механическую смесь масла с водой.

В качестве эмульгаторов для масляных эмульсий используют основные сульфаты железа или меди с известью, а также глины. Мыло и мылонафт в это время нельзя применять в качестве эмульгаторов, так как они способствуют окислению масел, что усиливает отрицательное влияние их на растения. Кроме того, эти вещества нельзя смешивать с препаратами фунгицидного и кишечного действия во избежание разрушения эмульсий и образования в них вредных для растений соединений.

Весной, в фазу выдвижения «зеленого конуса» или соцветий, эмульсии масел применяют в 1 %-ной концентрации (по маслу) с добавлением 0,06 % ДДТ, или 0,3 % арсената кальция, или 0,15 % парижской зелени. Такое опрыскивание направлено главным образом против калифорнийской щитовки, долгоносиков и других пробуждающихся после зимовки вредителей сада. В период почти полного опадения ле-



Таблица 11  
Применение масляных эмульсий для уничтожения вредителей

Срок обработки	Название вредителя	Препарат	Концентрация
Южная зона РСФСР			
Семечковые породы			
Ранней весной до распускания почек	Грушевидная щитовка Запятовидная щитовка Фиолетовая щитовка Сливовый червец Акациевый червец Зимующие яйца розанной листовертки и клещиков	Эмульсия КЭАМ или эмульсия солярового, веретенного, машинного масла	8%
То же	Яблонная моль	То же	6%
Осенью после окончания листопада, весной — до распускания почек	Калифорнийская щитовка	Эмульсии: а) дизельного топлива или б) солярового масла	8%
		Эмульсии солярового, веретенного, машинного, ма-сел	4—5%

## Косточковые породы

Через 2 месяца после окончания листопада; вес- ной — до распускания по- чек	Калифорнийская щитовка	Эмульсии солярового, ве- ретенного, машинного масел	4%
Ранней весной — до рас- пускания почек	Сливовая щитовка Акациевая щитовка	Эмульсия КЭАМ или эмульсии солярового, машин- ного, веретенного масел	6%

## Средняя и северная зоны РСФСР

Ранней весной до рас- пускания почек	Яблонная медяница Тли Запятковидная щитовка Акациевая щитовка Мхи и лишайники	Эмульсия КЭАМ	8%
---	---	---------------	----

## Южная и средняя зоны РСФСР

Авиаопрыскивание садов маслами и минерально масляными эмульсиями

Ранней весной, до рас- пускания почек	Яблонная моль	Дизельное топливо или со- ляровое масло	100%
То же	Щитовки	Соляровое масло	100%
» »	Калифорнийская щитовка	» »	100%

пестков (95% опадения) рекомендуют применять 0,5%-ную эмульсию масла с добавлением 0,03% ДДТ против многих грызущих вредителей. Летом опрыскивание плодовых деревьев эмульсиями масел также проводят в комбинации с ДДТ, арсенатом кальция или парижской зеленью. Против каждого поколения яблонной плодовой в период начала и массовой яйцекладки опрыскивают два раза 1%-ной (по маслу) эмульсией с 0,06% ДДТ. В зонах двух поколений плодовой необходимо обеспечить четыре опрыскивания.

Обработку садов препаратами, содержащими мышьяк, необходимо заканчивать не позднее чем за 25—30 дней до сбора урожая. В последнем опрыскивании ранних сортов необходимо заменить ДДТ и мышьяковые химикаты в масляных эмульсиях никотин-сульфатом или анабазин-сульфатом в концентрации 0,2%.

Сроки комплексных летних мероприятий по борьбе с яблонной плодовой в значительной мере совпадают с периодом отрождения бродяжек многих видов щитовок. Поэтому летние опрыскивания, проводимые в садах против плодовой, одновременно являются и средством борьбы с бродяжками щитовок. Летнее опрыскивание масляными эмульсиями можно расценивать только как дополнительное мероприятие к основным зимним обработкам садов. В жаркое время масляные эмульсии могут вызывать ожоги растений. Поэтому опрыскивать растения маслами в жаркие часы дня, в особенности при сухих ветрах, не рекомендуется. Делать это лучше рано утром.

**Мыльно-масляные концентраты.** Для приготовления мыльно-масляного концентрата в ка-

честве эмульгатора используют мылонафт или жидкое мыло. Масла надо брать хорошо нейтрализованные, выщелоченные — машинные и веретенные.

В процессе изготовления концентрата прежде всего тщательно растворяют 10 кг мылонафта или жидкого мыла в 20 л теплой мягкой воды, чтобы не оставалось отдельных нерастворенных кусочков и крупинок. Затем мыльный раствор вливают через сетку в опрыскиватель ОМП-А («Пионер») или ОБП («Помона»). Вслед за этим в опрыскиватель вливают через сетку 70 л масла. Таким образом, на 7 частей масла берут 1 часть мыла и 2 части воды. Полученную смесь пропускают через распылитель опрыскивателя под давлением до тех пор, пока эмульсия не сделается однородной по цвету и густоте. Готовый концентрат перекачивают в чистую бочку. В опрыскивателе ОМП-А можно готовить сразу до 300 л концентрата. Для этого надо в 60 л воды растворить 30 кг мылонафта и прибавить к раствору 210 л масла.

Доброкачественные мыльно-масляные концентраты при смешении с водой образуют эмульсию молочно-белого цвета, без сгустков концентрата и капелек масла.

Чтобы приготовить 100 л 4%-ной рабочей эмульсии, берут 5,7 кг концентрата и постепенно доливают к нему, помешивая массу, 94,3 л мягкой воды. Для получения того же количества 6%-ной эмульсии нужно взять 8,6 кг концентрата и 91,4 л воды. В зависимости от изменения крепости эмульсии соответственно изменяется соотношение воды и концентрата.

При изготовлении мыльно-масляных эмульсий надо пользоваться только мягкой водой.

Жесткая вода разрушает мыльную эмульсию, створаживает ее и делает непригодной. Створаживание объясняется тем, что жирные кислоты мыла соединяются с солями магния и кальция, содержащимися в жесткой воде, и образуют нерастворимые в воде магниевые и кальциевые мыла.

Концентрат нефтяного масла на мыльном экстракте можно приготовить в хозяйстве и другим способом. Для этого 1 кг дельфинового калийного мыла разводят в 0,5 л теплой воды до состояния однородной массы, а затем постепенно, по 50—100 мл, доливают 10 л масла. После внесения каждой порции масла смесь тщательно перемешивают мешалкой до тех пор, пока на поверхности не останется следов масла. Когда все масло хорошо смешают с мылом, концентрат примет вид густой пасты светло-желтого цвета.

Если масло вливается в избытке, его излишек не связывается с мылом и концентрат разжижается. В этих случаях требуется добавить 50—100 мл теплой воды.

**Заводские концентраты масляных эмульсий.** Заводские концентраты должны иметь вид густой однородной массы. На поверхности концентрата не должно быть масла, а на дне — осадка. Хранят концентраты в плотно закупоренной деревянной или железной таре, в подвалах, где нет резких колебаний температуры. Нельзя хранить концентраты на складах, где температура опускается ниже нуля, а также поднимается выше 25°.

Разложившиеся концентрированные эмульсии можно иногда исправить. Делать это нужно непосредственно перед изготовлением рабо-

чих эмульсий. Исправленный концентрат хранить нельзя, так как он вновь расслаивается. Приводим способы исправления концентратов:

Вид разложившегося концентрата	Способ исправления
На поверхности заметен небольшой слой масла	Перемешать палкой до состояния однородной массы
Образование двух слоев с отделением масла до 50%	Подогревать до кипения, добавляя 10%-ный мыльный раствор до 50% к весу концентрата. Всю массу в смеси с теплой водой два-три раза пропустить (перекачать) через накопчик опрыскивателя ОБП («Помона») или ОМП-А («Пионер») до однородного состояния
Полное отделение масла и оседание эмульгатора на дно	Концентрат исправить нельзя. Следует слить масло и использовать его для приготовления концентрата на глине

**Концентраты, не разрушаемые жесткой водой.** Концентраты, приготовленные на основных сульфатах меди, железа, а также на глине, имеют преимущество по сравнению с мыльными концентратами, так как первые растворяются во всякой воде и могут применяться в комбинациях с различными ядами. Однако они менее устойчивы, чем мыльные, и по истечении непродолжительного времени расслаиваются. Обычно их готовят в день применения.

**Концентраты на основных сульфатах железа и меди с известью.** При изготовлении таких концентратов сначала готовят основной сульфат железа или меди, который и служит

эмульгатором. Для этого в раствор железного или медного купороса вливают известковое молоко. В результате образуется новое вещество — основной сульфат железа или меди, мелкие частицы которого постепенно осаждаются на дно. При вычислении правильного соотношения частей, из которых изготавливается сульфат железа или меди, большое значение имеет качество извести. В таблице 12 указано, сколько требуется извести (в зависимости от ее качества) на 1 кг купороса.

Т а б л и ц а 12

Качество извести	Требуется извести (в г) на 1 кг купороса	
	железного	медного
Негашеная известь (кипелка) высокого качества (с малым содержанием глинистых и песчаных примесей)	400—450	300—350
Средняя по качеству негашеная известь . . . . .	650—700	550—600
Негашеная известь с большой примесью посторонних веществ (глина, камешки и пр.) . . . . .	3000—3500	2200—2500
Гашеная известь (пушонка) высокого качества . . . . .	650—750	550—650
Гашеная известь (пушонка) среднего качества . . . . .	1100—1200	950—1000

Наиболее распространенный способ приготовления концентрата следующий. В деревянной таре растворяют 7,5 кг железного или медного купороса в 75 л воды. В другой таре гасят 3 кг жирной извести, куда через 20—30 минут по окончании гашения доливают воду, чтобы было ее всего 75 л. Полученное известковое

молоко сливают через сетчатый фильтр в бак опрыскивателя ОМП-А. Затем в бак вливают через фильтр раствор купороса и смесь хорошо перемешивают палкой. После чего к образовавшимся 150 л смеси приливают 150 л масла. Всю смесь пропускают в течение 20—25 минут под давлением через наконечники опрыскивателя обратно в бак, а потом спускают в приготовленную тару. В результате получается концентрат с 50%-ным содержанием масла. Правильно приготовленный концентрат можно разводить как мягкой, так и жесткой водой. Концентрат не должен выделять на поверхность свободного масла или сгустков. Для приготовления 100 л 4%-ной рабочей эмульсии берут 8 кг концентрата и 92 л воды, а для 6%-ной — 12 кг концентрата и 88 л воды.

Если масло не эмульгируется (при использовании извести плохого качества), концентрат можно исправить добавлением половинных количеств взятых известкового молока и раствора купороса (1,5 кг извести, 3,75 кг купороса и 74 л воды). Всю массу вновь пропускают через распылители опрыскивателя. Необходимо иметь в виду, что содержание масла в концентрате после исправления уменьшается с 50 до 40%. Для приготовления 100 л 4%-ной рабочей эмульсии из такого концентрата необходимо последнего взять 10 кг и 90 л воды; для 6%-ной рабочей эмульсии — 15 кг концентрата и 85 л воды и для 8%-ной рабочей эмульсии — 20 кг концентрата и 80 л воды. Эмульсии на железном и медном купоросе с известью долго хранить не рекомендуется, их надо использовать в первые 2—3 дня после приготовления.



**Концентраты масляных эмульсий на глине.**

Для приготовления масляных эмульсий можно использовать самую разнообразную глину местного происхождения; пригодны для этого и другие почвы, кроме сильнопесчаных и каменистых.

Концентрат масляных эмульсий на глине можно изготовить двумя способами: ручным перемешиванием, постепенно насыщая глину маслом, или с помощью мощного опрыскивателя путем пропускания смеси через его распылители.

Концентрат такого типа эмульсии готовят с 50—60 %-ным содержанием масла. Для этого берут 50 % масла, 25 % тонкой жирной глины и 25 % воды. Глину замешивают с водой до сметанообразной массы. После этого небольшими порциями подливают масло, помешивая смесь деревянной лопаткой. Когда одна порция масла хорошо промешается, подливают вторую и т. д. Если следы масла заметны на стенках посуды или капли масла в концентрате не поддаются размешиванию, необходимо подлить немного воды или удалить избыток масла. Перед концом смешения нужно прибавить немного воды к концентрату, затем перемешать его так, чтобы масса стала вполне однородной.

Готовый концентрат надо сразу же разбавить до рабочего раствора и применять для опрыскивания. При хранении уже через сутки на поверхности такого концентрата появляется свободное масло, и он приобретает зернистый вид от выделившихся масляных капелек. Но такой концентрат можно легко исправить — подлить немного воды и тщательно перемешать.

Для приготовления минерально-масляного концентрата с глиной можно брать легкие масла средней вязкости. Для зимнего опрыскивания применяют соляровое масло, как более дешевое и наименее опасное для растений; можно брать также веретенное и машинное масла. При летнем опрыскивании употребляют эмульсии из автотракторного дизельного топлива.

Для приготовления 100 кг концентрата требуется или 50 кг масла и 50 кг глины, или 50 кг масла, 25 кг глины и 25 л воды. Рабочий раствор готовят разбавлением концентрата водой в зависимости от дозировки масла. Например, для получения 100 л 5%-ной (по маслу) эмульсии необходимо взять 10 кг концентрата и 95 л воды. Удобнее готовить концентрат для каждого отдельного рабочего раствора. Лучше всего готовить концентрат из расчета на 100 л рабочего состава. Тогда соотношение масла, глины и воды при различных дозировках масла в концентрате будет следующим (табл. 13).

Т а б л и ц а 13

Доза масла (в %)	Состав концентрата			Доливать воды для получения 100 л рабочего состава (в л)
	масла	глины	воды	
	в кг			
10	10	5	5	85
8	8	4	4	88
6	6	3	3	91
4	4	2	2	94
2	2	1	1	97

Глина как инертная масса, не обладающая инсектицидными свойствами, при установлении норм расхода рабочего состава концентрата в расчет не принимается.

При необходимости иметь заранее большие порции концентрата пользуются другим способом его изготовления. Соотношение частей берут следующее: 60 % масла, 6 % глины и 34 % воды. Исходя из этой пропорции, в бак опрыскивателя ОМП-А («Пионер») или ОТП (ТП-2) сначала вливают 102 л воды и всыпают 18 кг глины (очищенной от камешков и мусора), после чего немедленно пускают в ход мешалку для перемешивания глины с водой. Через 2—3 минуты, при работающей мешалке, постепенно вливают 180 л масла. Затем в горловину бака вставляют брандспойты, включают давление и пропускают смесь через распылители в течение 20—30 минут. После этого жидкость перекачивают через брандспойт в бочки. Хорошо приготовленный концентрат совершенно однороден, следов масла на его поверхности не выделяется.

Глина, употребляемая для изготовления концентрата, даже несмотря на тщательную очистку, содержит обычно много камешков, остатков растений и тому подобного мусора. Поэтому перед заливанием в аппараты рабочий раствор нужно обязательно процедить, иначе насосы и распылители будут засоряться.

В зимнее время применяют изготовленные на глине эмульсии солярового, веретенного и машинного масел. Опрыскивание производят 4—10 %-ными эмульсиями, в зависимости от вида вредителя. Ранней весной используют эмульсии этих масел в 4 %-ной концентрации.

При изготовлении на глине эмульсий минеральных масел для летнего применения необходимо предусматривать, чтобы они не вызывали ожогов листы, побегов, цветков, плодов и т. д. Различные виды растений по-разному реагируют на опрыскивание маслами. Яблоня и груша, например, в июле — августе сравнительно легко выносят опрыскивание соляровым маслом 2%-ной концентрации, причем наблюдаются лишь незначительные повреждения 10—15% листы, но персик в тот же период при опрыскивании соляровым маслом этой концентрации сбрасывает листву почти на 100%.

Неодинаково реагирует одно и то же растение на опрыскивание маслами в различные фенологические сроки. На яблоне и груше в период распускания почек (по «зеленому конусу») можно применять даже 5%-ную эмульсию солярового масла, не нанося при этом серьезных повреждений дереву. В июне доза солярового масла в 2% может вызвать значительное осыпание листы. В июле, августе, сентябре и октябре можно без ущерба для растений снова употреблять соляровое масло 2%-ной, а в более поздние сроки — 3%-ной концентрации.

Летом в плодовом саду рекомендуют применять эмульсии минеральных масел на глине для опрыскивания в следующих концентрациях. В момент распускания почек (по «зеленому конусу») на груше и яблоне — соляровое масло в концентрации 2—3%; на косточковых (абрикосе и персике) — в период обнажения цветочного бутона и на сливе, вишне и черешне при распускании плодовых почек — соляровое масло в концентрации 2%. С момента обнаже-

ния и выдвигания соцветий до обособления бутонов на яблоне и груше можно использовать эмульсию солярового масла в 2%-ной концентрации. На косточковых от применения эмульсий солярового масла в это время, во избежание ожогов, следует воздерживаться и лучше употреблять эмульсию автотракторного дизельного топлива в 1%-ной концентрации. По окончании цветения до осыпания избыточных завязей и после первого очищения от них деревьев также рекомендуют опрыскивание эмульсией автотракторного дизельного топлива в той же концентрации. В период с июня по август можно пользоваться только эмульсиями автотракторного дизельного топлива в концентрации не выше 2%. В сентябре снова можно применять эмульсии солярового масла в концентрации 2%, а в октябре, после уборки плодов, концентрацию можно увеличить до 3%.

Особенно широко применяют концентраты нефтяного масла на глине для летнего опрыскивания субтропических культур. Например, для опрыскивания вечнозеленых растений употребляют эмульсии в концентрации 1—2% масла. Масляные эмульсии на глине также можно использовать в комбинации со многими инсектицидами и фунгицидами (с железным купоросом, бордосской жидкостью, с кишечными инсектицидами, ДДТ и др.). При смешении такого концентрата с ДДТ последний необходимо предварительно растворить в масле из расчета 6 весовых частей технического ДДТ на 94 объемные части масла. Для быстроты растворения ДДТ размельчают, а затем подогревают его в масле примерно до 40°. Дальнейший процесс изготовления концентрата ведется по одному из

описанных способов. При первом из этих способов концентрат будет содержать (по объему) 50% масла с растворенным в нем ДДТ в количестве 3% (к весу концентрата), 25% глины и 25% воды, а при втором — 60% масла (с 3,6% ДДТ), 6% глины и 34% воды.

Доброкачественные концентраты на глине хорошо смешиваются как с мягкой, так и с жесткой водой; на их поверхности не выделяется масла или сгустков. Как сказано выше, концентраты эмульсий на глинах не выдерживают длительного хранения. Поэтому их необходимо использовать сразу после приготовления.

**Приготовление рабочей эмульсии при опрыскивании плодовых насаждений.** Для приготовления рабочей эмульсии прежде всего отвешивают необходимое количество хорошо перемешанного концентрата.

Содержание масла в эмульсии рассчитывается в зависимости от процента его в концентрате. Чтобы облегчить такой расчет, рекомендуется пользоваться данными таблицы 15 (см. стр. 127).

Воду приливают в концентрат небольшими порциями. При этом массу непрерывно и тщательно перемешивают до тех пор, пока эмульсия не примет вид жидкой сметаны. После этого эмульсию выливают в опрыскиватель, а затем добавляют необходимое количество воды. Для опрыскивания садов можно применять только вполне доброкачественную, неразрушившуюся эмульсию, на поверхности которой не всплывают масло, сгустки и хлопья, иначе можно сильно повредить деревья. Рабочую эмульсию необходимо использовать в день при-

готовления, так как при длительном стоянии она может разрушиться.

**Техника опрыскивания эмульсиями.** Гибель вредителя может последовать только при непосредственном попадании на него эмульсии. Поэтому нужно тщательно следить, чтобы каждое дерево было промыто эмульсией. Промывку начинают с верхних ветвей и кончают штамбом. Задерживать струю жидкости на одном месте дерева нельзя. На отдельных частях дерева может наслиться излишнее количество масла, что вредно для растений. Примерная норма расхода эмульсии зависит от возраста и размеров дерева (табл. 14).

Таблица 14

## Примерные нормы расхода эмульсии

Возраст деревьев	Средний размер дерева (в м)		Средний расход эмульсии (в л)	
	высота	ширина кроны	на одно дерево	на 1 га
3—6 лет	До 1,5	До 1,5	2	200
7—12 »	» 4,0	» 4,0	7	700
13—30 »	» 8,0	» 6,0	20	2000
Больше 30 лет	Больше 8,0	Больше 6,0	25—35	2500—3500

**Минеральномасляный концентрат  
с оксидифенилом**

Препарат представляет собой маслообразную прозрачную жидкость коричневого цвета, содержит веретенное масло, нафтенат натрия,

Т а б л и ц а 15

Количество концентрата и воды для приготовления 100 л рабочей эмульсии  
(с различным содержанием масла)

Процент масла в концентрате	Рабочие эмульсии													
	0,5%		1%		2%		4%		6%		8%		10%	
	концентрат (в кг)	вода (в л)	концентрат (в кг)	вода (в л)	концентрат (в кг)	вода (в л)	концентрат (в кг)	вода (в л)	концентрат (в кг)	вода (в л)	концентрат (в кг)	вода (в л)	концентрат (в кг)	вода (в л)
40	1,3	98,7	2,5	97,5	5,0	95,0	10,0	90,0	15,0	85,0	20,0	80,0	25,0	75,0
45	1,1	98,9	2,2	97,8	4,5	95,5	9,0	91,0	13,3	86,7	17,8	82,2	22,3	77,7
50	1,0	99,0	2,0	98,0	4,0	96,0	8,0	92,0	12,0	88,0	16,0	84,0	20,0	80,0
55	0,9	99,1	1,8	98,2	3,7	96,3	7,3	92,7	11,0	89,0	14,7	85,3	18,3	81,7
60	0,8	99,2	1,7	98,3	3,4	96,6	6,7	93,3	10,0	90,0	13,4	86,6	16,7	83,3
65	0,8	99,2	1,6	98,4	3,1	96,9	6,2	93,8	9,2	91,8	12,3	87,7	15,4	84,6
70	0,7	99,3	1,5	98,5	2,9	97,1	5,7	94,3	8,6	91,4	11,5	88,5	14,3	85,7
75	0,7	99,3	1,4	98,6	2,7	97,3	5,4	94,6	8,0	92,0	10,7	89,3	13,4	86,6
80	0,6	99,4	1,3	98,7	2,5	97,5	5,0	95,0	7,5	92,5	10,0	90,0	12,5	87,5
85	0,6	99,4	1,2	98,8	2,4	97,6	4,7	95,3	7,1	92,9	9,8	90,2	11,8	88,2
90	0,5	99,5	1,1	98,9	2,2	97,8	4,4	95,6	6,6	93,4	9,5	91,5	11,0	89,0



10%-ную техническую смесь оксидифенилов и воду.

Предназначенный для влажного обеззараживания пустых зернохранилищ, препарат содержит 60—65% веретенного масла марки 3 и 3В, не более 4% золы; не более 6% воды; 20—25% нафтенных кислот и оксидифенила; 5—7%-ные эмульсии должны быть стабильны в течение 15—20 часов.

Преимущество этого препарата перед минерально-масляным концентратом заключается в том, что при смешивании с водой он очень быстро образует однородную стойкую эмульсию, которая сохраняется без выделения масла в течение суток. Кроме того, токсичность этого препарата несколько выше.

Против клещей, долгоносиков и других амбарных вредителей эффективна 7%-ная эмульсия. Для ее приготовления берут 7 л препарата на 93 л воды. Смесь тщательно разбалтывают, до получения однородной эмульсии.

При работе с этим химикатом необходимо всем работающим иметь брезентовые плащи или комбинезоны, рукавицы, очки, респираторы для защиты носа и рта или марлевые повязки с прокладкой из ваты.

### Мыла

Мыла (твердое хозяйственное и жидкое зеленое мыло) применяют обычно в концентрации 2—4% (200—400 г на 10 л воды) для борьбы с сосущими насекомыми, имеющими мягкие покровы: с листовыми тлями, молодыми личинками цикадок, медяницами и другими вредителями растений (главным образом пло-

довых деревьев, огородных и технических культур).

В случае применения в качестве прибавки к другому химикату для улучшения прилипаемости жидкости мыло обычно берут в концентрации 0,3—0,4 %.

Раствор мыла хорошо растекается и смачивает покровы насекомых даже с восковым налетом и в обычных концентрациях не ожигает растения, но при наличии большого количества щелочи мыло может вызвать ожоги на нежных растениях.

Опрыскивать виноградники растворами мыла не рекомендуется, так как существуют указания, что эти растворы замедляют созревание винограда.

#### **Мышьяковокислый кальций (арсенат кальция)**

Мышьяковокислый кальций — белый или светло-сероватый неслеживающийся и хорошо распыляющийся порошок. В воде растворяется плохо.

Вредители, с которыми борются при помощи мышьяковокислого кальция, время и способы борьбы, а также расход яда указаны в таблице 16 (см. стр. 130—139).

Мышьяковокислый кальций применяется в 0,3%-ном растворе для опрыскивания шелковицы против тутовой и урюковой гусениц (опрыскивание начинают при массовом переходе гусениц во второй возраст).

Все мышьяковистые яды нельзя применять для опыливания и опрыскивания редиса, репы и других корнеплодов, поступающих в продажу вместе с ботвой в качестве пучкового товара.

Вредители и растения	Время проведения работ
Гусеницы хлопковой совки на хлопчатнике	Перед отрождением гусениц и в период их открытого образа жизни в первом и втором возрастах
То же	То же
» »	» »
» »	» »
» »	При появлении взрослых гусениц
Гусеницы карадрины на хлопчатнике	При появлении молодых гусениц
То же	То же

Таблица 16

Расход на 1 га при однократной обработке (в кг)		Разбавитель	Способ применения
яда	разбавителя		
8	—	—	Авиаопыливание; повторяют не менее трех раз в сезон
10	—	—	Опыливание тракторным или конным опылителем
10—12	5—6	Лессовая пыль, зола, известь и др.	Опыливание ручной аппаратурой
50 л жидкости (2,5—5 кг яда)	—	—	Авиаопрыскивание и приманки:
В зависимости от зараженности 40—60 кг приманки (2,4—3,6 кг яда) или 40 кг приманки (2,4 кг яда)	—	—	при ручном рассеивании
8—10	—	—	при рассеивании с самолетов
10—12	5—6	Лессовая пыль, зола, известь и др.	Авиаопыливание или опыливание тракторным и конным опылителем
			Опыливание ручным опылителем

Вредители и растения	Время проведения работ
Гусеницы карадрины на хлопчатнике	При появлении взрослых гусениц
Гусеницы лугового мотылька на хлопчатнике	Сразу же после отрождения гусениц; опыливание повторяют по мере надобности
То же	То же
Гусеницы лугового мотылька на сахарной свекле и других культурах	» »
Обыкновенный и серый свекловичные долгоносики на сахарной свекле	При появлении вредителей
Гусеницы люцерновой совки на льне, люцерне и других культурах	То же
Гусеницы златогузки боярышницы, непарного и кольчатого шелкопряда, зимней пяденицы на плодовых деревьях	При первом же появлении гусениц; первый раз с конца апреля по первую декаду июня, второй раз— в июле, но не позднее чем за 25—30 дней до съема плодов

Продолжение			
Расход на 1 га при однократной обработке (в кг)		Разбави- тель	Способ применения
яда	разбави- теля		
В зависимости от зараженности 40—60 кг приманки (2,4—3,6 кг яда) или 40 кг при- манки (2,4 кг яда)	—	—	Приманка, при ручном рассеве
8—10	—	—	При рассеве с самолета
			Авиаопылива- ние и опылива- ние моторными опыливателями
10—12	5—6	Лессовая пыль, зо- ла, из- весть и др.	Опыливание ручными опыли- вателями
8—10	—	—	Опыливание
8	—	—	То же
6—8	—	—	» »
20—30 г на 10 л воды Расход яда на 1 га при однократ- ном опрыскивании: для молодого сада 960—1800 г, для старого сада 1900—	40—60 г на 10 л воды	Известь	Опрыскивание

Вредители и растения	Время проведения работ
<p>Гусеницы яблонной моли на яблонях</p> <p>Блошки на овощных, сахарной свекле, льне и других культурах</p> <p>Рапсовый цветоед на овощных крестоцветных (семенники)</p> <p>Рапсовый листоед, хреновый листоед, горчичный листоед на крестоцветных овощных</p>	<p>Первый раз в период выхода гусениц из-под щитков и второй раз во время их выхода из мин, при переходе к открытому образу питания</p> <p>При первом появлении, опыливание повторяют</p> <p>При появлении жуков— в начале образования бутонов и повторять 2—3 раза через 8—10 дней (в зависимости от численности вредителя). На Черноморском побережье, в условиях влажных субтропиков, во избежание ожогов, особенно цветной капусты, надо избегать этого яда и заменять его дустом ДДТ</p> <p>При появлении жуков</p>

*Продолжение*

Расход на 1 га при однократной обработке (в кг)		Разбави- теля	Способ применения
яда	разбави- теля		
4300 г, в зависи- мости от возраста сада и зараженно- сти	—	—	Опыливание
12—15 кг	—	—	
5—10	10—20	Хорошо просеян- ная до- рожная пыль, зо- ла, табач- ная пыль и др.	Опыливание ручными опыли- вателями
8—10	—	—	Опыливание
8—12 кг или 300—800 л жидкости (20—30 г яда на 10 л воды)	— —	— —	Опыливание Опрыскивание



Вредители и растения	Время проведения работ
<p>Гусеницы совки-гаммы на льне</p> <p>Гусеницы озимой совки на различных культурах</p> <p>Кравчик на подсолнечнике</p> <p>Гусеницы капустной и репной белянок на овощных</p> <p>Грызущие насекомые на бобовых</p> <p>Букарка, казарка, яблонный цветоед, почковый долгоносик, плодожорка и другие грызущие насекомые на плодовых деревьях</p> <p>Турецкий и крымский скарabei и песчаная чернотелка на виноградниках</p> <p>Гусеницы гроздевой и двухлетней листоверток и другие грызущие вредители на виноградниках</p> <p>Малинный цветоед, малинный жук, блошки на малине</p>	<p>Июнь, июль, август</p> <p>При появлении гусениц</p> <p>При первом появлении жуков</p> <p>При первом появлении гусениц</p> <p>То же</p> <p>При первом появлении гусениц и жуков. Для яблонной плодожорки в сроки, указанные для ДДТ</p> <p>То же</p> <p>» »</p> <p>От распускания почек до начала цветения</p>

*Продолжение*

Расход на 1 га при однократной обработке (в кг)		Разбави- тель	Способ применения
яда	разбави- теля		
при расходе 600— 2400 г яда на 1 га)			
8—10	—	—	Опыливание
8—10	—	—	»
10	—	—	»
8—12	—	—	»
6—12	—	—	»
10—15	—	—	»
15—20	—	—	»
15—20	—	—	»
20 г на 10 л воды	40 г на 10 л во- ды	Известь гашеная	Опрыскивание

Вредители и растения	Время проведения работ
<p>Фитономус: жуки на люцерне (главным образом семенной)</p> <p>личинки на люцерне (главным образом на семенной)</p> <p>Земляничный листогрыз и другие листогрызущие насекомые на землянике и клубнике</p> <p>Смородинная моль на смородине</p> <p>Крыжовниковая пяденица на крыжовнике</p> <p>Пилильщики на крыжовнике и смородине</p>	<p>Ранневесенний период до начала отрастания люцерны (до начала яйцекладки); опыливание повторяется через 4—5 дней</p> <p>Перед появлением из почек соцветий, второе опыливание через 6—8 дней после первого</p> <p>В начале выдвижения бутонов, второе опрыскивание в период обособления бутонов</p> <p>Перед набуханием почек</p> <p>То же</p> <p>При первом появлении вредителей</p>

Продолжение

Расход на 1 га при однократной обработке (в кг)		Разбави- тель	Способ применения
яда	разбави- теля		
15	—	—	Опыливание
10	—	—	»
10 или 750 л жидкости (20—30 г яда на 10 л воды при расходе 1,5—2,25 кг яда на 1 га)	30 3—4,5 кг (40—60 г на 10 л воды)	Известь гашеная То же	Опыливание или опрыскивание
500—1000 л жид- кости (20 г яда на 10 л воды, до 2 кг яда на 1 га)	До 4 кг (40 г на 10 л во- ды)	» »	Опрыскивание
500—1000 л жид- кости на 1 га (20— 30 г яда на 10 л воды, до 1—3 кг яда на 1 га)	До 2— 6 кг (40—60 г на 10 л воды)	» »	»
500—1000 л жид- кости (30—40 г яда на 10 л воды при расходе 1,5—4 кг яда на 1 га) или 10—20 кг	3—8 кг (60—80 г на 10 л воды)	» »	»
		—	Опыливание

Применение этого яда надо прекращать за 25—30 дней до уборки урожая, так как он весьма ядовит для человека и животных.

**Мышьяковистокислый кальций  
(арсенит кальция)**

Мышьяковистокислый кальций — тонкий, белый или сероватый, сравнительно тяжелый пылевидный порошок. В воде растворяется плохо, сильно ожигает растения. Ядовит для человека и животных.

Против каких вредителей применяется мышьяковистокислый кальций, время и способы борьбы, а также расход яда указаны в таблице 17 (см. стр. 141).

Мышьяковистокислый кальций может быть применен для изготовления отравленных приманок. Для этой цели его берут в таких же количествах, как и арсенит натрия.

**Мышьяковистокислый натрий (арсенит натрия)**

Химическая промышленность выпускает мышьяковистокислый натрий в виде пастообразной массы от темно-серого до черного цвета. Хорошо растворим в воде, особенно в горячей. Водные растворы этого вещества сильно ожигают растения, поэтому его используют почти исключительно для опрыскивания некультурной растительности. Весьма ядовит для человека, домашних животных и птицы.

Главные вредители, с которыми ведут борьбу при помощи мышьяковистокислого натрия, время и способы борьбы, а также нормы расхода яда указаны в табл. 18 (см. стр. 142—145).

Таблица 17

Вредители и растения	Время проведения работ	Расход яда на 1 га при однократной обработке	Способ применения
Гусеницы лугового мотылька на некультурных растениях	При массовом появлении	4—5 кг	Опыливание
Гусеницы луговой совки на некультурных растениях	То же	До 5 кг	»
Саранчовые на некультурных растениях	При появлении личинок первых возрастов	3,5—4 кг (при густой и высокой растительности до 4,5 кг)	Авиаопыливание
Пьявица на зерновых культурах	Весной до откладки жуками яиц	или 5—6 кг в смеси с 5—6 кг дорожной пыли 4—5 кг	Опыливание наземной аппаратурой Авиаопыливание
Хлебная жужелица на зерновых культурах	При массовом появлении	или 6—8 кг с 6—8 кг дорожной пыли 8—10 кг	Опыливание наземной аппаратурой Опыливание
Гусеницы капустной белянки на капусте	При первом появлении гусениц	8—10 кг с 8—10 кг хорошо просеянной дорожной пыли или известью	»

Вредители и растения	Время проведения работ
Саранчовые и кузнечиковые на некультурных землях и разных посевах	При появлении личинок первых возрастов
Азиатская саранча на некультурной растительности	То же
Мыши на пустырях	---
Гусеницы озимой совки на озимых посевах и парах	При первом появлении гусениц
Долгоножка на льне	При первом появлении вредителей
Гусеницы хлопковой совки на хлопчатнике	При появлении взрослых гусениц; разбрасывание приманок повторяют от 2 до 7 раз, в зависимости от степени заражения, а также от срока отрождения и развития гусениц

Т а б л и ц а 18

Расход яда на 1 га при однократной обработке и способ применения
<p>Против нестальных саранчовых 10—15 кг отравленной приманки (125—270 г яда) и против стадных саранчовых 20—30 кг отравленной приманки (250—540 г яда)</p> <p>При большом заражении расход приманки против нестальных саранчовых должен равняться 15—22 кг (188—396 г яда), а против стадных саранчовых 30—45 кг (375—810 г яда)</p> <p>300—800 л жидкости (1200—4000 г яда) в зависимости от густоты и высоты растительности — опрыскивание наземной аппаратурой или 25—40 л жидкости (2000—2500 г яда) — авиаопрыскивание</p> <p>50 л жидкости (2000 г яда) — авиаопрыскивание</p> <p>При обработке пара 200—300 кг приманки из сочных растений (2000—3000 г яда), или 300—500 кг приманки (1500—2500 г яда) на каждые 1000 м ловчей канавы, или 60—80 кг (1200—1600 г яда) приманки из отрубей, свекловичного жома, жмыхов, хлопкового и подсолнечного шрота</p> <p>На каждые 10 кг свежескошенного клевера прибавляется 100 г яда, приманку раскладывают вечером в небольшие ямки</p> <p>40—60 кг приманки (800—1200 г яда) при ручном рассеивании или 40 кг приманки (800 г яда) при рассеивании с самолета</p>



Вредители и растения	Время проведения работ
Гусеницы карадрины на хлопчатнике	При появлении гусениц 3-го возраста, особенно против июньского поколения вредителя
Гусеницы карадрины на сахарной свекле	При появлении гусениц старшего возраста
Медведка на различных культурах	При массовом появлении
Чернотелки (жуки — кукурузная чернотелка, песчаный медляк) на подсолнечнике и других культурах	При массовом появлении вредителей

*Продолжения*

Расход яда на 1 га при однократной обработке  
и способ применения

30—40 кг сухой приманки (600—800 г яда) при руч-  
ном рассеве

То же

50—60 кг приманки из зерна (2500—3000 г яда) при  
ручном рассеве или заделке бороной (до посева), куль-  
тиватором, планетом или сапкой на глубину 2—3 см  
при появлении всходов растений; 1,5 кг (75 г яда) при-  
манки из зерна на 100 кв. м в парниках при ручном  
рассеве

30—50 кг приманки (900—2000 г яда) из отрубей  
или жмыхов, наполовину смешанных с конским наво-  
зом, при ручном рассеве

При приготовлении отравленных приманок мышьяковистокислый натрий предварительно растворяют в воде и раствором поливают приманочные вещества. При изготовлении приманки против гусениц хлопковой совки на каждые 100 кг приманки расходуют 2 кг ядохимиката, который предварительно растворяют в 20—25 л воды. Приманки против медведки изготавливают из зерна, которое предварительно варят в воде, в которой растворен ядохимикат, из расчета 500 г яда на каждые 10 л воды. В этом количестве воды варят 10 кг зерна.

Приманки для уничтожения чернотелки изготавливаются из расчета 300—400 г ядохимиката, растворенного в воде, на каждые 10 кг приманки.

Мышьяковистокислый натрий применяется также для изготовления отравленных приманок против мышевидных грызунов, гусениц лугового мотылька, луговой совки и многих других вредителей, почти в тех же количествах, что и против гусениц хлопковой совки и карадрины.

#### Нафталин

Нафталин — кристаллическое вещество с резким характерным запахом. Летуч, сравнительно быстро испаряется. В воде почти не растворяется, но зато хорошо растворяется во многих органических растворителях.

Изредка нафталин употребляют для предохранения зерна от повреждений его вредителями, причем применять его можно только для обеззараживания семенного зерна.

Для обеззараживания зерна пшеницы, ржи, овса расход нафталина составляет примерно

0,25—0,3 кг, семенного гороха от гороховой зерновки — 1—2 кг, семян люцерны от толстоножки — 2 кг, для уничтожения клещей в семенах овощных культур — 0,5 — 1 кг на 1 т.

Влажность обеззараживаемых нафталином семян не должна быть выше кондиционной. В парниках, теплицах и оранжереях против клещиков и трипсов нафталин испаряют в противнях на электрических плитках или керосинках из расчета 10 г на 1 куб. м помещения.

Чтобы предупредить повреждения овощных растений на огородах и парниках огородными блошками, паутинным клещиком, долгоносиками и капустной мухой, иногда посыпают почву смесью из 1 части нафталина и 10 частей песка или земли по 15—25 г на 1 кв. м. Эту же смесь применяют изредка против морковной мухи, посыпая ею почву между рядками моркови первый раз примерно в конце мая и в дальнейшем повторяют через каждые 7—8 дней. Однако суток за 15 до прорывки моркови посыпку нафталиновой смесью необходимо прекратить.

Нафталин широко применяют в быту для защиты шерстяных и меховых изделий от моли, а также в музеях — для предохранения коллекций животных, птиц и насекомых от вредителей.

#### Нафтенат меди

Нафтенат меди готовят следующим образом. В одном котле приготавливают кипящий 10%-ный раствор медного купороса, в другом — кипящий 25%-ный раствор мылонафта. Горячий раствор медного купороса вливают в горячий раствор мылонафта. В результате на по-

верхность соединенных жидкостей всплывает густая темно-зеленая масса — нафтенат меди. Температура растворов должна быть не ниже 15°. Нафтенат меди по мере всплывания собирают в деревянную тару, промывают в горячей воде и просушивают около 10 дней. Нафтенат меди в воде не растворяется, но хорошо растворяется в нефтяных маслах при подогревании их до 100—125°.

Перед опрыскиванием препарат размельчают и растворяют в масле при нагревании; на 1 кг препарата берут 10 кг масла.

Из нафтената меди готовят эмульсии для опрыскивания плодовых деревьев против парши яблони и груши, монилии персиков и абрикосов, т. е. эти эмульсии являются заменителями бордосской жидкости.

Для изготовления рабочей эмульсии всыпают в бочку каолин или глину-кил, затем подливают немного воды до образования сметанообразной массы и к этой массе приливают раствор нафтената меди в масле при постоянном помешивании. Для зимнего опрыскивания берут на 2 весовые части солярового масла с растворенным в нем нафтенатом меди 1 весовую часть глины-кил или каолина; для летнего опрыскивания — на 1 весовую часть дизельного топлива с нафтенатом меди 1 весовую часть глины-кил или каолина. Приготовленный таким способом концентрат, содержащий 10 % нафтената меди, для опрыскивания деревьев предварительно разбавляют водой.

Обычно нафтенат меди для опрыскивания садов применяется в 1—3 %-ной или 6 %-ной эмульсии 10 %-ного раствора нафтената меди в нефтяных маслах.

Особенно хорошие результаты нафтенат меди дает при борьбе с серой гнилью и пятнистостью листьев косточковых.

#### **Никодуст**

Никодуст готовят из свежегашеной извести или других хорошо пылящих щелочных веществ, которые смачивают раствором никотин-сульфата (в требуемой концентрации) и тщательно перемешивают в барабане для сухого протравливания семян.

При одновременном применении против паутинного клещика и тлей на хлопчатнике и других культурах, а также против листоверток и оидиума на винограде никодуст изготавливают на молотой сере.

Хранить готовые дусты более суток не следует, так как из них быстро улетучивается никотин. Дусты обычно готовят в 5—8%-ной концентрации. Норма расхода — от 15 до 80 кг на 1 га, в зависимости от культуры.

#### **Никотин-сульфат**

Никотин-сульфат применяют для борьбы с вредителями садов, ягодников, овощных и многих других культур. Вредители, концентрации раствора и расход препарата указаны в таблицах 19 и 20 (см. стр. 150—151).

Никотин очень ядовит для человека, домашних животных и птицы.

Никотин-сульфат широко используют при опрыскивании малины и смородины в борьбе с гусеницами малинной и смородинной почковыми молями. Для этого готовят состав из рас-

Таблица 19

Вредители и растения	Состав рабочей жидкости (в г на 10 л воды)		Расход на 1 га		
	40%-ного никотин- сульфата	мыла	никотин-суль- фата (в г)	мыла (в кг)	рабочей жид- кости (в л)
Тля на овощных . . . . .	10—15	40—50	300—750	1,2—2,5	300—500
Тля на сахарной свекле	7	40	210—350	1,2—2	300—500
Гусеницы капустной моли	15	40	450—750	1,2—2	300—500
на капусте . . . . .	10	40	в мае—июне	2—4,8	500—1200
Тля на хлопчатнике . . .			500—1200	4,8—8	1200—2000
			в июле		
			1200—2000		
			позднее и		
			осенью		
Серебристый клещик на			2000—3000	8—12	2000—3000
цитрусовых . . . . .	30	50	3000—4500	5—7,5	1000—1500
Листовертки (гусеницы)	30—40	50—60	3000—4000	5—6	1000
на виноградной лозе					

Таблица 20

Вредители и растения	Состав рабочей жидкости (в г на 10 л воды)		Расход на 1 га (в г)			
	40%-ного никотин-сульфата	мыла	взрослый сад		молодой сад	
			никотин-сульфата	мыла	никотин-сульфата	мыла
Гусеницы яблонной мо-ли на яблонях	10—15	30—40	400—1800	1200—4800	150—450	450—1200
			или		или	
Яблонная и грушевая тли на плодовых дере-вьях	8—10	30—40	400—1200	л жидкости	150—300	л жидкости
			320—1200	1200—4800	120—300	450—1200
			или		или	
Вишневый слизистый пилильщик на вишнях	10	30—40	400—1200	л жидкости	150—300	л жидкости
			400—1200	1200—4800	150—300	450—1200
			или		или	
Кровяная тля на яблонях	10—12	30—40	400—1200	л жидкости	150—300	л жидкости
			400—1440	1200—4800	150—630	450—1200
			или		или	
Личинки медяницы на плодовых деревьях:			400—1200	л жидкости	150—300	л жидкости
в южных районах	10	30—40	То же, что и против		слизистого пилильщика	
» северных »	до 30	30—40				
			1200—3600	1200—4800	450—900	450—1200
			или		или	
			400—1200	л жидкости	150—300	л жидкости



чета 15 г яда и 40 г мыла (или вместо мыла 100 г извести) на 10 л воды. Опрыскивают весной, перед набуханием почек. Такой же раствор употребляют для опрыскивания кустов малины в период появления малинного жука. Первое опрыскивание малины против малинного жука производят на 10—12-й день после начала цветения, второе — через 6—8 дней после первого. Ядом отравляют отрождающихся личинок жука. В дозах 30 г яда и 40 г мыла (или 100 г извести) на 10 л воды никотин-сульфат применяют для уничтожения гусениц крыжовниковой огневки на кустах крыжовника и смородины. Первое опрыскивание делают на 3—4-й день после раскрытия первых цветков крыжовника и смородины, второе — через 5—6 дней после первого и последующие опрыскивания — через 5—6 дней одно после другого. Для опрыскивания зараженных посевов льна в борьбе с льяным трипсом используют жидкость, состоящую из никотин-сульфата, свежегашеной извести и воды (5—7 г яда, 10—15 г гашеной извести на 10 л воды).

Растворы никотин-сульфата можно применять в комбинации с бордосской жидкостью, парижской зеленью, арсенатом кальция, молотой серой, известково-серным отваром и др. Комбинированные мышьяково-никотиновые препараты, а также препараты с известково-серным отваром обладают одновременно кишечным и контактным действием. При приготовлении таких комбинированных растворов концентрация каждого химиката в смеси должна быть такой же, как и при отдельном использовании растворов этих химикатов. В случае применения никотин-сульфата в смеси с

бордосской жидкостью и парижской зеленой добавка мыла недопустима. Обработка растений препаратами никотина дает лучшие результаты в жаркую погоду.

#### **НИУИФ-100 (тиофос)**

НИУИФ-100 — фосфорорганический препарат. Это сложное органическое соединение представляет собой бесцветную, густую, маслянистую жидкость с сильным неприятным запахом. В воде препарат растворяется незначительно. Под действием солнечных лучей он быстро теряет свою ядовитость против насекомых.

Химическая промышленность выпускает НИУИФ-100 в виде 30 %-ного жидкого концентрата и 1 %-ного дуста.

НИУИФ-100 применяется способами опрыскивания и опыливания для уничтожения многих вредных насекомых и клещей, в частности следующих (табл. 21, см. стр. 154).

Эмульсия препарата может применяться только для борьбы с гусеницами и личинками младших возрастов. 2—3 %-ные концентрации (200—300 г на 10 л воды) эмульсий применяются для пропитывания ловчих поясов против гусениц яблонной плодовой гусеницы.

Рабочие эмульсии из 30 %-ного концентрата готовят путем его растворения в воде до необходимой концентрации. Эмульсии, изготовленные из препарата НИУИФ-100, нельзя смешивать со щелочными веществами (известью и др.). 1 %-ный дуст НИУИФ-100 применяется против тех же вредителей, что и эмульсия. Расход дуста почти такой же, как и дуста ДДТ (15—40 кг на 1 га, в зависимости от культуры).

Т а б л и ц а 21

Название вредителя	Культура	Расход препарата (в г на 10 л воды)
Паутинные клещи, трипсы, цикадки, тли	Плодовые, ягодные, овощные и другие культуры . .	3—5
Личинки мучнистых червецов в закрытом грунте	То же . . . . .	3
Личинки мучнистых червецов в открытом грунте	Цитрусовые, различные субтропические, шелковица .	15—20
Гусеницы и личинки различных листоверток, совок, белянок, молей и шелкопрядов, а также бродяжки и личинки щитовок	Различные культуры . . . . .	5—7
Гусеницы свекловичной моли, личинки свекловичной мухи	Сахарная, столовая и кормовая свекла	5—7
Гусеницы тополевой и сиреневой моли	Тополь, сирень и другие древесные насаждения . . .	5—7
Личинки различных пилильщиков	Различные культуры . . . . .	3—5
Личинки капустной и луковой мух (поливка почвы под растениями)	Капуста и лук .	3—5
Различные жуки	Плодовые, ягодные и другие культуры . . . . .	5—10
Амбарный долгоносик и другие вредители запасов в пустых зернохранилищах	—	3—5

Препарат НИУИФ-100 является сильным ядом. Опрыскивание и опыливание растений этим препаратом надо прекращать за 35—40 дней до уборки урожая.

#### Октаметил

Октаметил — новый фосфорорганический препарат, содержит 50% действующего начала, представляет собой вязкую темно-коричневую жидкость без запаха. Хорошо растворяется в воде.

Этот препарат относится к внутрирастительным ядам. При опрыскивании он быстро (через листья) проникает в растения и распространяется по сосудистой системе.

Растения, обработанные этим химикатом, сохраняют ядовитые свойства до 3—6 недель.

Октаметил может быть применен для опрыскивания хлопчатника, различных древесных и кустарниковых насаждений, а также многих других растений в целях уничтожения растительноядных клещей, тлей, молодых гусениц бабочек, личинок молей и жуков.

Октаметилом можно поливать почву возле растений, но препарата расходуется почти в пять раз больше, чем при опрыскивании.

Для опрыскивания и полива применяют 0,1—0,2%-ные растворы октаметила (10—20 г на 10 л воды).

Октаметил весьма эффективно действует на развитие хлопчатника и значительно увеличивает количество коробочек.

Препарат очень ядовит. Его нельзя применять для обработки зерновых, плодовых, ягодных, овощных и других культур, если их про-

дукция идет в пищу или на корм скоту и птице. Семена из коробочек хлопчатника, обработанных октаметилом, нельзя использовать для переработки на пищевое масло.

#### Парадихлорбензол (ПДБ)

Парадихлорбензол представляет собой мелкие кристаллы белого и буроватого цвета, нерастворимые в воде; обладает особым сладковатым запахом.

Парадихлорбензол в смеси с сероуглеродом используют для борьбы с филлоксерой на виноградниках, а в смеси с дихлорэтаном для подлечивания виноградных кустов против той же филлоксеры, для уничтожения личинок хрущей, урюкового слоника, корневых тлей и других вредителей, обитающих в почве на виноградниках, в садах, питомниках и других местах.

Техника внесения парадихлорбензола следующая. На виноградниках или других местах делают колышком ямки глубиной 5—10 см на расстоянии 50 см одна от другой и в каждую ямку вносят от 7 до 10 г парадихлорбензола. Для борьбы с мраморным хрущом на виноградниках парадихлорбензол закладывают в почву по 5 г на 1 кв. м на глубину 5—10 см. На песчаных почвах, предназначенных для закладки новых виноградников, обработку парадихлорбензолом в борьбе с личинками мраморного хруща проводят за год до посадки виноградных лоз, внося по 35—40 г на 1 кв. м.

Пары парадихлорбензола могут оказывать вредное действие на корни растений. Поэтому

не рекомендуют вводить его в почву на расстоянии ближе чем 6—10 см от ствола или куста. Нельзя применять большие дозы этого препарата, особенно для молодых растений.

Для уничтожения в почве личинок пластинчатоусых и корневых тлей в садах парадихлорбензол применяют в чистом виде в количестве 10 г под каждое дерево персика и 60 г под каждую яблоню или грушу. Вносить парадихлорбензол рекомендуют на глубину 6—10 см в две кольцеобразные канавки вокруг каждого дерева, на расстоянии 15—30 см от последнего.

В плодовых питомниках парадихлорбензол закапывают в бороздки, устроенные по одну или обе стороны от ряда деревьев. В первом случае расстояние бороздки от стволов 6—10 см, во втором — 12—15 см. Вносят парадихлорбензол по 25—30 г на 1 пог. м.

#### **Парижская зелень**

Парижская зелень — тонкий, ярко-зеленого цвета порошок, содержит мышьяк и медь.

Для лучшей прилипаемости к растениям к суспензии парижской зелени прибавляют мучной клейстер из просеянной муки (40 г на 10 л воды) или меляссу (200 г на 10 л воды); нельзя применять мыло с парижской зеленью. Парижская зелень весьма ядовита для человека, домашних животных и птиц. Применяется главным образом для истребления вредителей, указанных в таблице 22 (см. стр. 158—164).

Для одновременной борьбы с паршой и листогрызущими гусеницами (златогузкой,

Таблица 22

Вредители и растений	Дозировка парижской зелени на 100 л воды (в г)	Время проведения и число опрыскиваний	Расход на 1 га при однократной обработке		
			яда (в кг)	извести (в кг)	рабочей жидкости (в л)
Яблонная пло- жорка на пло- вых деревьях	100—150	В северной зоне два опрыскивания: первое дней через 10—12 после опаде- ния лепестков, вто- рое — через 12—15 дней после первого	Для опрыскивания моло- дых деревьев		
			0,24—0,9	0,48—1,8	240—600
		В центральной зоне три опрыскивания: первое дней через 7 после опадения ле- пестков, второе — че- рез 8—10 дней после первого, третье — во второй половине июля	Для опрыскивания старых деревьев		
			0,96—2,16	1,92—4,32	960—1 440
		На юге два-три оп- рыскивания: первое — сразу по окончании	или от 8 до 12 л на одно взрослое де- рево (10—15-летнее) и от 2 до 5 л на молодое (до 10 лет)		

цветения, остальные  
через 8—10 дней одно  
после другого

При повторном по-  
явлении вредителя, в  
конце июля — первой  
половине августа, од-  
но-два опрыскивания

Опрыскивание надо  
прекращать за 25—30  
дней до сбора урожая

При втором опры-  
скивании (ко времени  
опадения избыточной  
завязи — «пустоцвета») ре-  
комендуется доба-  
влять на каждые 10 л  
жидкости 15 г анаба-  
зин-сульфата или 10 г  
никотин сульфата для  
уничтожения отложен-  
ных яиц плодожорки



Продолжение

Вредители и растения	Дозировка парижской зелени на 100 л воды (в г)	Время проведения и число опрыскиваний	Расход на 1 га при однократной обработке		
			яда (в кг)	извести (в кг)	рабочей жидкости (в л)
Гусеницы яблон- ной моли на яблон- ях	100—150	Опрыскивание яб- лонь во время от- цветания, когда гу- сеницы выходят на по- верхность; через 12 дней (особенно на юге) необходимо по- вторить опрыскивание  Если срок обработки упущен или обра- ботка была произве- дена неудовлетвори- тельно, опрыскива- ние повторяют в мо- мент появления гусе- ниц на деревьях гнез- дами и оплетения листьев паутиной	Для опрыскивания старых деревьев: 0,96—2,16   1,92—4,32   960—1 440  или от 8 до 12 л на одно взрослое де- рево (10—15-летнее) и от 2 до 5 л на молодое (до 10 лет)		

6 А. Л. Ефимов

Гусеницы златогузки на плодовых деревьях

100—150

Опрыскивание при первом появлении гусениц: первый раз — с конца апреля по первую декаду июня, второй — в июле

Для опрыскивания старых деревьев

0,96—2,16 | 1,92—4,32 | 960—1400

или

от 8 до 12 л на одно взрослое дерево (10—15-летнее) и от 2 до 5 л на молодое (до 10 лет)

То же

Гусеницы непарного и кольчатого шелкопряда на плодовых деревьях

100—150

При первом появлении гусениц

Гусеницы зимней пяденицы на плодовых деревьях

100—150

Опрыскивание в период обособления бутонов; при необходимости опрыскивание надо повторить после цветения

» »

Продолжение

Вредители и растения	Дозировка парижской зелени на 100 л воды (в г)	Время проведения и число опрыскиваний	Расход на 1 га при однократной обработке		
			яда (в кг)	извести (в кг)	рабочей жидкости (в л)
Сливовая плодо- жорка на сливах	100—150	Опрыскивание: первое — во время очищения завязей от «рубашек», вто- рое — через 10—20 дней после перво- го, третье — во вре- мя появления бутон- нов	Для опрыскивания старых деревьев 0,96—2,16   1,92—4,32   960—1440 или от 8 до 12 л на одно взрослое де- рево (10—15-летнее) и от 2 до 5 л на молодое (до 10 лет)		
Гусеницы боя- рышницы на пло- довых деревьях	100—150	Два-три опрыски- вания: первое — во время появления бу- тонов, второе и третье — после цве- тения деревьев	То же		

\*9

Гусеницы капустной, репной белянок и капустной моли на овощных

100—200

При появлении молодых гусениц

0,3—1,0

0,6—2,0

300—500

Гусеницы капустной совки на капусте

200

До ухода гусениц в кочаны

0,6—1,0

1,2—2,0

300—500

Гусеницы младших возрастов ка-  
радрины и хлоп-  
ковой совки на  
хлопчатнике

100—200

При появлении молодых гусениц

0,5—4,0

1,0—8,0

500—2000

Гусеницы лугового мотылька на хлопчатнике

200

То же

1,0—4,0

2,0—8,0

500—2000

Гусеницы совки-гаммы на льне

150—200

При появлении гусениц первого (конец июня—июль) и второго поколения (август)

0,6—1,4

1,2—4,2

400—700

163

Продолжение

164

Вредители и растения	Дозировка парижской зелени на 100 л воды (в г)	Время проведения и число опрыскиваний	Расход на 1 га при однократной обработке		
			яда (в кг)	извести (в кг)	рабочей жидкости (в л)
Свекловичный долгоносик, луго- вой мотылек и другие вредители на сахарной свек- ле	200—350	При первом появ- лении вредителей	0,8—2,45	1,6—4,90	400—700
Гусеницы ози- мой совки на зер- новых	150—200	Опрыскивание по- раженных участков при первом появле- нии гусениц	—	—	—
Гусеницы луго- вого мотылька, люцерновсй совки и другие грызу- щие насекомые на люцерне	150—200	При первом появ- лении вредителей	—	—	—

яблонной молью и др.) необходимо 10—15 г парижской зелени прибавлять к бордосской жидкости и провести одну обработку растений вместо двух.

#### Подмыльные щелока

Подмыльные щелока — отходы мыловаренной промышленности. Обычно они имеют 5—6% общей щелочности. Для приготовления инсектицидных рабочих растворов лучше брать подмыльные щелока с содержанием общей щелочности не ниже 3%.

Подмыльные щелока применяют в ранневесенний период для опрыскивания сорняков около хлопковых полей и тутовых деревьев, в местах, сильно зараженных клещиком. Рабочий раствор для опрыскивания должен быть 0,4% концентрации.

Анализ щелоков делают в ближайшей агрохимической или иной химической лаборатории. При невозможности проведения анализа щелоков можно условно принимать общую щелочность равной в среднем 5—6% и для приготовления рабочего раствора крепостью 0,4% следует брать на каждые 100 л воды 7—8 л подмыльного щелока.

Отвешенный щелок предварительно растворяют в небольшом количестве теплой воды и после тщательного перемешивания теплый раствор процеживают через мешковину. Остаток на мешковине хорошо отжимают, после чего раствор разбавляют водой до 100 л.

Расход жидкости на 1 га для опрыскивания сорняков составляет 1000—3000 л. После опрыскивания сорняки срезают и уничтожа-

ют. Сорняки, опрыснутые растворами подмыльных щелоков, нельзя скармливать скоту. При отсутствии других ядов растворы подмыльных щелоков в указанной выше концентрации применяют также для опрыскивания хлопчатника, зараженного паутинным клещиком.

#### **Полисульфид бария (сольбар)**

Полисульфид бария, или сольбар, — механическая смесь технического сернистого бария (40—45 %) и молотой серы (20—25 %). В сольбар входят также инертные вещества: в небольшом количестве сернистый барий, углекислый барий и уголь (всего 30—35 %). Этот препарат обладает инсектицидными и фунгицидными свойствами.

Полисульфид бария — тонкий темно-серый порошок. Употребляется главным образом для опрыскивания в виде 1—2 %-ного раствора.

Маточные растворы сольбара готовят в деревянной, стеклянной или эмалированной посуде. Для этого к отмеренному количеству сольбара прибавляют воду из расчета примерно 1 часть воды на 1 часть сольбара. Полученную массу тщательно размешивают и растирают до образования однородной (без комочков) смеси. После растирания смесь дополнительно разбавляют водой из расчета 3—4 части воды на 1 часть сольбара и, временами помешивая, оставляют стоять 1—2 часа. В результате получается маточный раствор.

Для приготовления рабочих растворов сначала определяют ареометром удельный

вес или крепость по Боме отстоявшегося маточного прозрачного раствора. После этого его разбавляют, как указано в таблице 23.

Таблица 23

Показание ареометра для маточного раствора		Для получения 100 л рабочей жидкости с различным удельным весом (или крепостью по Боме) требуется взять следующее количество литров маточного раствора			
удельный вес	градусы по Боме	для приготовления раствора с удельным весом 1,0024 (или 0,3° по Боме, или 5 г соль-бара на 1 л воды)	для приготовления раствора с удельным весом 1,0048 (или 0,65° по Боме, или 10 г соль-бара на 1 л воды)	для приготовления раствора с удельным весом 1,0072 (или 1,05° по Боме, или 15 г соль-бара на 1 л воды)	для приготовления раствора с удельным весом 1,0096 (или 1,3° по Боме, или 20 г соль-бара на 1 л воды)
1,050	6,7	4,8	9,5	14,3	19,0
1,060	8,0	3,8	7,7	11,5	15,4
1,070	9,4	3,3	6,7	10,0	13,4
1,080	10,6	2,9	5,9	8,8	11,8
1,090	11,9	2,6	5,3	7,9	10,6
1,100	13,0	2,4	4,7	7,1	9,4
1,110	14,2	2,1	4,2	6,3	8,4
1,120	15,4	2,0	3,9	5,9	7,8
1,130	16,5	1,8	3,6	5,4	7,2
1,140	17,7	1,7	3,4	5,1	6,8
1,150	18,8	1,6	3,2	4,8	6,4
1,160	19,8	1,5	2,9	4,4	5,8
1,170	20,9	1,4	2,8	4,2	5,6
1,180	22,0	1,3	2,6	3,9	5,2
1,190	23,0	1,2	2,5	3,7	5,0
1,200	24,0	1,2	2,4	3,6	4,8
1,210	25,0	1,1	2,3	3,4	4,6
1,220	26,0	1,1	2,2	3,3	4,4
1,230	26,9	1,0	2,1	3,1	4,2
1,240	27,9	1,0	2,0	3,0	4,0
1,250	28,8	1,0	1,9	2,9	3,8



При норме 2,5 кг сольбара на 10 л воды обычно получают маточные растворы с удельным весом около 1,100—1,120, или 13—15° Боме. После кратковременного отстаивания разбавленный раствор сливают в опрыскиватель. Оставшуюся с осадком часть раствора процеживают через плотную ткань, осадок отжимают и полученную жидкость прибавляют к ранее слитому раствору.

Черный осадок закапывают в землю вдали от источников питьевой воды, а прозрачный желтоватый раствор используют для опрыскивания.

Если растворы готовят из порошкообразного сольбара непосредственно перед опрыскиванием, то маточный раствор сразу же разбавляют водой, отстаивают и сливают с осадка. Затем осадок отцеживают, а раствор переливают в опрыскиватель.

Порошкообразный сольбар надо хранить также в хорошо закрытой таре в сухом помещении. При хранении в неплотной таре, особенно в сыром помещении, сернистый барий, реагируя с углекислотой и влагой воздуха, выделяет сероводород, т. е. постепенно обесценивается.

Раствор полисульфида бария может сохраняться в плотно закупоренной посуде (например, в стеклянных бутылках) до 5—10 дней, не теряя своих токсических свойств; более длительное время раствор сольбара можно хранить под тонким слоем минерального масла (например, нефти, керосина). Однако готовить растворы впрок не рекомендуется. Хранить растворы надо в темном и прохладном месте.

При работе с сольбаром, как и с другими полисульфидами, необходимо соблюдать меры предосторожности. Нос и рот защищают от пыли респиратором или маской из марли и ваты. Работа с сольбаром должна производиться в спецодежде. После работы лицо и руки моют с мылом.

Полисульфиды бария используют для опрыскивания огурцов в закрытом грунте против мучнистой росы. Для этого берут растворы из расчета 50—100 г сольбара на 10 л воды. Более слабые растворы (из 50 г сольбара) применяются для огурцов, чувствительных к ожогам (китайские, японские, неросимые), а растворы более крепкие (из 100 г сольбара) — для устойчивых сортов (клинские).

Первое опрыскивание проводят при появлении болезни, в дальнейшем повторяют его через каждые 8—12 дней. За вегетационный период огурцы опрыскивают обычно не менее трех раз. Нормы расхода жидкости на 1 га при этом составляют: 2000—3000 л при стеллажной системе теплиц и 3000—5000 л при блочной системе. На парниковую раму расходуют 1 л раствора при однократной обработке.

Против бурой пятнистости помидоров в закрытом грунте применяют растворы из расчета 150—200 г сольбара на 10 л воды. Первый раз растения опрыскивают при появлении заболевания, а в дальнейшем — через каждые 8—10 дней. За вегетационный период проводят обычно не менее четырех опрыскиваний. Нормы расхода жидкости те же, что и при опрыскивании огурцов.

Для опрыскивания ворсянки (ворсовальной шишки) применяют растворы из расчета 150—200 г, а для опрыскивания хмеля— 100—150 г сольбара на 10 л воды.

Для citrusовых используют растворы в концентрации 100—150 г сольбара на 10 л воды при норме расхода жидкости 300—600 л на 1 га.

В 1—1,5%-ной концентрации сольбар дает хорошие результаты при борьбе с возбудителями серой фруктовой гнили косточковых, плодовой гнили, парши груши и яблони, американской мучнистой росы крыжовника и против оидиума винограда.

#### **Полихлориды бензола (ПХД)**

Полихлориды бензола представляют собой жидкость цвета нефти с характерным запахом бензола. С водой не смешиваются и почти не растворяются в ней.

Полихлориды бензола используют для обеззараживания почвы от филоксеры на виноградниках, почвы, подготовляемой под плодовые и другие питомники, а также под посадку виноградников, кроме того, для отравления ловчих колодцев при борьбе со свекловичным долгоносиком и для обеззараживания почвы от червеца комстока, вредящего шелковице, различным плодовым и другим культурам.

Обработку почвы полихлоридами бензола проводят не менее чем за 3—4 месяца (лучше за год) до закладки питомника, так как однолетние и молодые посадки многолетних растений могут страдать от ожогов. На легких

песчаных, супесчаных и суглинистых почвах вносят по 30—60 г, на тяжелых суглинистых, глинистых и черноземах по 60—120 г полихлоридов на 1 кв. м. На тяжелых почвах полихлориды дают значительно худшие результаты, и их можно применять только при условии хорошей прогреваемости почвы.

При борьбе с личинками мраморного и майского хрущей и других видов пластинчатых на песках полихлориды вносят в почву под лопату, по сетке  $0,5 \times 0,5$  м, в дозах 40—50 г на 1 кв. м.

Обеззараживание почвы проводят только на участках, предназначенных под посадку на следующий год. Необходимо, чтобы почва длительное время дегазировалась, иначе можно сжечь молодые растения.

В борьбе со свекловичным долгоносиком полихлориды можно применять без добавления других препаратов, а также в смеси с керосином или известью. Оптимальные нормы расхода полихлоридов бензола при первоначальной обработке 25 куб. см, а при повторных — 10 куб. см на один цилиндрический колодец. Однократная обработка цилиндрических колодцев полихлоридами при борьбе с долгоносиками эффективна примерно в течение четырех суток, после чего ее надо повторять. Общее число обработок за время борьбы с долгоносиком должно быть примерно восемь, из них четыре проводят на старом свеклянище и четыре на посеве свеклы. Повторные обработки делают через каждые 3—4 дня. Обработку колодцев лучше всего проводить по утрам, до начала передвижения жуков по поверхности почвы. При заполнении колод-

цев долгоносиками более чем на половину емкости необходимо высверливать между ними вспомогательные колодцы и их обрабатывать. Указанные выше дозировки рассчитаны на цилиндрический колодец глубиной 35—40 см при диаметре 12—14 см.

Эмульсию полихлоридов бензола (60 г полихлоридов, 50 г керосина, 30—50 г извести или 15—20 г патоки на 1 л воды), как и полихлориды, можно с успехом применять для отравления долгоносика в краевых канавах и колодцах. Эмульсию следует готовить небольшими порциями, по 2—4 ведра, так как она недостаточно устойчива. При изготовлении эмульсии сначала в одной посуде смешивают полихлориды с керосином, а в другой патоку или известь с водой, затем смеси сливают вместе и хорошо взбалтывают венчиком до полного исчезновения жирных пятен на поверхности жидкости.

В тех случаях, когда отмечается слабый пеший ход свекловичного долгоносика, канавки и колодцы опрыскивают эмульсией один раз (во вторую половину дня); при массовом же пещем передвижении долгоносика опрыскивание повторяют два-три раза в день. В первом случае расход на 1 пог. м краевой канавки за день составляет около 3,5 кг полихлоридов бензола, 3 кг керосина и примерно столько же извести или 1,5 кг патоки. Во втором случае расход эмульсии увеличивается примерно в два-три раза. Чтобы не снижать эффективности опрыскивания эмульсией по мере скопления больших количеств долгоносика в колодцах, необходимо периодически его выбирать и закапывать в землю. Выбрасывать

насекомых на поверхность земли нельзя, так как часть их может ожить.

Опрыскиватели после опрыскивания эмульсиями сразу же после работ надо тщательно промыть мыльным раствором и несколько раз чистой водой. Особенно тщательно следует промыть резиновые части опрыскивателей (шланги, диафрагму).

**Препарат 23 (этиловый эфир  
диметилдитиокарбаминовой кислоты)**

Препарат 23 выпускается обычно в виде 20%-ного дуста и представляет собой смесь этилового эфира (16,5—23,5%) и каолина (около 80%). Применяется для борьбы с галловой и картофельной нематодами путем внесения в почву в количестве до 1—2 т на 1 га. Обработку рекомендуют повторить на следующий год.

**Препараты НИУИФ-1**

Действующим веществом препаратов НИУИФ-1 является ртутно-органическое соединение — этилмеркурфосфат. Один из этих препаратов, выпускаемый промышленностью, содержит 1,9—2,2% действующего вещества, 0,6—1,2% минерального масла и тальк как наполнитель. НИУИФ-1 — тонкий порошок белого, серого или грязно-желтого цвета.

Заводская упаковка — железные банки по 1,5, 10 и 20 кг препарата.

Препарат применяют для сухого протравливания семян хлопчатника; расход его составляет 10 кг на 1 т семян.

Второй препарат содержит 13% этилмеркурфосфата. Из этого препарата готовят исходный раствор с содержанием 1,3% этилмеркурфосфата. Исходный препарат в виде водного раствора 1 : 300—400 предназначен для обеззараживания семян моркови, томатов и бахчевых.

Ядовитость препарата НИУИФ-1 примерно такая же, как и препарата НИУИФ-2.

#### Протарс

Тонкий порошок мышьяковистокислого кальция, разбавленного тальком или тонко размолотой фосфоритной мукой, серого цвета. По техническим условиям должен содержать 9—11% трехоксида мышьяка и не свыше 1% влаги.

Употребляется для сухого протравливания: семян пшеницы против твердой и стеблевой головни; семян ржи против твердой и стеблевой головни — 1 кг на 1 т семян; семян овса голозерного против пыльной головни и семян ячменя голозерного против твердой головни — 1 кг на 1 т семян; семян льна от полиспоры, фузариоза и других возбудителей грибных болезней — 1—1,5 кг на 1 т семян; семян красного клевера против цветочной плесени, фузариоза и других возбудителей грибных болезней — 2 кг на 1 т семян.

Протравливание семян пшеницы, ржи, овса и ячменя можно производить не ранее чем за 1 месяц до посева, а семян льна — перед посевом, но не ранее чем за 2—3 дня до посева.

Семена клевера можно протравливать не ранее чем за 1½—2 месяца до посева; влаж-

ность их должна быть не более 13%. Препаратом протарс нельзя протравливать яровизируемые семена, семена, обработанные нафталином, и семена кукурузы во избежание снижения их всхожести. Препарат ядовит.

#### **Родан**

Родан — вязкая жидкость от светло- до темно-коричневого цвета; получается растворением родананилина во вспомогательном веществе ОП-7 или ОП-10. Может применяться как протравитель семян пшеницы против пыльной головни в виде 0,1%-ного раствора препарата в воде.

#### **Свежегашеная известь (пушонка)**

Свежегашеная известь (пушонка) в виде 20—40%-ного известкового молока применяется для побелки, а в виде 10—20%-ного — для опрыскивания стен, столбов и балок зернохранилищ и других пустых помещений (овоще- и плодохранилищ, парников, теплиц).

Известковое молоко расходуют в количестве 0,4—0,5 л на 1 кв. м. Побелочного раствора идет примерно 1 л на 1 кв. м.

Свежегашеную известь в сухом виде используют для посыпания почвы в подпольях из расчета 0,4—0,5 кг на 1 кв. м.

Свежегашеную известь применяют для уничтожения слизней на овощных культурах путем опыливания при норме 120—200 кг на 1 га. Опыливание проводят поздно вечером, когда слизни выползают на растения. Известь



можно заменить железным купоросом, калийной солью или суперфосфатом.

Известь можно применять в виде 8—10 %-ного известкового молока для опрыскивания малины перед набуханием почек против гусениц малинной и смородинной почковых молей. Широко применяется она для побелки штамбов плодовых деревьев, что уменьшает заболеваемость их и предотвращает солнечные ожоги деревьев.

#### **Сера молотая**

Молотая сера — пылевидный порошок серовато-желтого цвета, содержащий 95—99,5 % чистой серы; получается размалыванием черенковой или комовой серы.

Молотая сера токсична как для некоторых вредителей, так и большой группы возбудителей грибных болезней. Чем мельче частицы серы, тем большего эффекта можно достигнуть при опылинии.

Как инсектицид серу применяют главным образом против паутинного клещика на хлопчатнике. В зависимости от фазы развития хлопчатника и величины его листовой поверхности серу берут в смеси с разбавителями в следующих количествах при наземных работах (табл. 24, см. стр. 177).

При авиаработах в месяцы, указанные в таблице, молотая сера расходуется в количестве 15 кг при 5 кг разбавителя на 1 га.

В качестве разбавителей можно применять просеянную гашеную известь, древесную золу, лессовую и дорожную пыль. Последней идет в два-три раза больше, чем указано в таблице.

Т а б л и ц а 24

Месяц	Район возделыва- ния хлоп- чатника	Серы молотой с разбавителем	
		в кг на 1 га	
		препарат	разба- витель
Май, первая половина	Поливной	15	15
июня	Неполивной	10	10
Вторая половина июня,	Поливной	20	20
первая половина июля	Неполивной	15	15
Вторая половина июля,	Поливной	20	20
август	Неполивной	15	15

Лучшее время для опыливания хлопчатника — раннее утро (по росе) или вечер, когда воздух более влажен. В это время серные препараты лучше прилипают и удерживаются на растениях.

Опыливание хлопчатника молотой серой начинают с момента появления на нем клещика и продолжают до начала раскрытия коробочек. При сильном заражении требуется опыливать не менее трех раз за сезон.

Опыливание молотой серой применяют также против красного цитрусового клещика и серебристого клещика на цитрусовых плантациях в теплую и безветренную погоду при температуре 20—25° рано утром (по росе), следя за тем, чтобы частицами серы были покрыты листья, побеги, плоды. В жару, при сильном ветре, обильной росе, после дождя опыливание цитрусовых деревьев не проводят. Опыливают после цветения, когда завязи до-

стигнут размера мелкого ореха; повторное опыливание делают через 10—12 дней после первого; в случае надобности проводят и третье опыливание.

Для получения наилучшего эффекта в борьбе с клещиками на citrusовых следует также опыливать серой приствольные круги, сорняки и живую изгородь из понцирус трифолиата. Расход молотой серы на каждое citrusовое дерево следующий:

Возраст дерева	Количество серы (в г на 1 дерево)
1—2 года	10—20
3—5 лет	30—40
6—10 »	60—80
11—15 »	80—100
16—25 »	110—150

Молотую серу в больших количествах используют против оидиума винограда. Расход ее при первой обработке составляет 15—20 кг, при второй и последующих — по 23—27 кг на 1 га. При применении серного концентрата первого сорта с известью-пушонкой (70% концентрата и 30% извести) дозировки смеси берут выше: для первой и второй обработок по 27 кг, а для последующих — по 32 кг на 1 га.

Первое лечение виноградников серой рекомендуют проводить в конце развития первой генерации оидиума (перед цветением). При более раннем опыливании может получиться слабый эффект, вследствие недостаточно высокой для испарения серы температуры. Вто-

рое лечение проводят в конце развития третьей генерации оидиума, т. е. через одну генерацию, до окрашивания ягод. При обработках через одну генерацию промежутки между ними равны 14—15 дням. Если сера будет смыта выпавшими дождями или плохо сохранится на виноградных кустах вследствие сильных ветров, опыливание повторяют, не дожидаясь очередного срока. Наиболее эффективно лечение серой в ранней стадии развития гриба. С сильно развившимся оидиумом на ягодах бороться очень трудно; в таких случаях применение серы не всегда достигает цели, приходится прибегать к опрыскиванию кальцинированной содой. Опыливание виноградников производят в сухую, безветренную погоду, лучше в утренние и послеобеденные часы. При наличии росы на виноградниках, а также в жаркое время дня опыливание приводит к ожогам листьев. Необходимо опыливать виноградники так, чтобы препарат распределялся равномерным тонким слоем на всех зеленых частях винограда, а также на гроздьях.

Против мучнистой росы и антракноза бахчевых в условиях орошаемого бахчеводства проводят 3—4-кратное опыливание арбузов молотой серой в количестве 15—25 кг на 1 га на разовую обработку. Первое опыливание делают до цветения, второе — в период массового цветения и третье — когда плоды достигнут размера крупного яблока, т. е. примерно через 10 дней после второго опыливания. При появлении единичных больных растений четвертое опыливание проводят через 10 дней после третьего.

Тщательным равномерным опыливанием арбузов (плодов) серой при хранении и транспортировке получают удовлетворительные результаты в борьбе с возбудителем антракноза, вызывающим гниль арбузов. Норма расхода серы 0,5 кг на 1000 плодов.

Опыливание молотой серой проводят и в борьбе с мучнистой росой на кабачках, из расчета 15 кг на 1 га, при первом же появлении заболевания. Обработку повторяют через 3—4 недели. Опыливание серой дает хороший эффект также в борьбе с мучнистой росой люцерны, роз, хмеля, персиков и сахарной свеклы.

Расход молотой серы для обработки 1 га люцерны равен примерно 80 кг. Сера не действенна в отношении мучнистой росы яблони и вовсе непригодна для борьбы с мучнистой росой крыжовника, так как многие сорта его обладают особой чувствительностью к препаратам, содержащим серу.

#### Серная кислота

Серная кислота густая, маслянистая на вид жидкость, очень опасна для человека и животных.

Концентрированную серную кислоту удельного веса 1,80—1,84 применяют для протравливания семян хлопчатника от гоммоза. Протравливание проводят в специальных цехах при хлопкоочистительных заводах. Семена смачивают серной кислотой и перемешивают их в продолжение 30—60 минут, промывают 15 минут водой и высушивают при температуре не ниже 20°. На 1 т семян расходуют серной

кислоты: 150—200 кг (голые семена каротковолокнистых сортов) или 200—230 кг (опушенные семена длиноволокнистых сортов).

#### Сернистый газ

Сернистый газ бесцветный, с резким запахом. Хорошо растворяется в воде.

Сухость помещения и материалов — обязательное условие при использовании сернистого газа. Для получения сернистого газа комовую серу сжигают в специальных аппаратах, а также на противнях или сковородах, которые либо подвязывают проволокой к потолку, либо устанавливают на полу, при условии соблюдения противопожарных мер, если полы и потолки деревянные. Для лучшего сгорания серы к ней можно прибавлять селитру (1 часть селитры на 25 частей серы). При отсутствии селитры серу поливают перед зажиганием керосином. Можно подмешивать к сере соломенную резку, опилки или иной горючий материал.

Серу насыпают слоем в 2—4 см на противни или сковороды размером 0,5×0,5 или 0,5×0,3 м. Обыкновенную комовую серу перед сжиганием измельчают до кусков, не превышающих размера лесного ореха.

Для предохранения от прожигания на дно противней насыпают слой песка. Противни ставят на невысокие скамейки, вокруг которых пол обязательно посыпают песком.

Предельная концентрация сернистого газа, которая может быть получена при сжигании комовой серы в герметически закупоренном помещении, не превышает 7%, что достигается

сжиганием 100 г серы на 1 куб. м помещения.

Сернистый газ нельзя употреблять для газации таких продуктов, как мука, сухие овощи, сухие фрукты и различные семена.

Применяют сернистый газ главным образом для газации пустых помещений (зерноскладов, плодоовощехранилищ, жилых домов), а также пустых парников и теплиц (с целью уничтожения различных вредных насекомых и клещей). В газлируемых помещениях не должно быть разного рода металлического оборудования и инструментов, а также тканей.

#### **Серные концентраты**

Серный концентрат I сорта. Тонкомолотый порошок с содержанием от 40 до 80 % чистой серы, механически загрязненный маточной породой.

При опылировании серным концентратом I сорта его надо предварительно хорошо растереть и смешать с тщательно просеянными через сито разбавителями.

Серный концентрат II сорта (до 25 % чистой серы) применяют без разбавителей.

Серными концентратами пользуются для тех же целей, что и молотой серой.

#### **Сероуглерод**

Технический сероуглерод — жидкость, содержит около 95 % сероуглерода, имеет желтоватый цвет и обладает резким, неприятным запахом, напоминающим запах тухлых яиц.

Пары сероуглерода в 2,63 раза тяжелее воздуха. В воде растворяется очень слабо.

Хорошо растворяется в спирте, бензоле, четыреххлористом углероде, керосине, хлорпикрине, дихлорэтаноле и многих других органических растворителях. При хранении, в особенности на свету, желтеет. В тех условиях, которые рекомендуется соблюдать при газации, пары сероуглерода не оказывают вредного действия на металлические и полированные поверхности. Окраска, прочность тканей, кожи, бумаги, картин, коллекций и т. п. под влиянием паров сероуглерода совершенно не изменяются.

Пары сероуглерода отличаются исключительно легкой воспламеняемостью. Воспламеняется сероуглерод при концентрации 35 г и более на 1 куб. м. воздуха. При сгорании пары сероуглерода в смеси с воздухом дают сильный взрыв.

Воспламенение паров может произойти от открытого пламени, например от горящей спички, от тлеющих папирос, горячих углей, от электрических искр, возникающих при замыкании проводов, при выключении или включении рубильников, выключателей, при работе электрических вентиляторов и т. д.

Минимальная температура самовоспламенения сероуглеродных паров считается 150—300°. Но пары сероуглерода способны воспламеняться и при более низкой температуре, например при самосогревании влажных материалов (зерна, тары и т. п.), при сильном трении одних предметов о другие.

Соприкосновение паров сероуглерода с сернистым железом и пористыми предметами также может привести к воспламенению. Под действием прямых солнечных лучей сероугле-



род может загораться на воздухе даже при обычных комнатных температурах.

В смеси с четыреххлористым углеродом (1:4) сероуглерод не взрывается от открытого пламени.

Для предотвращения испарения при хранении сероуглерод можно залить тонким слоем воды, которая, имея меньший удельный вес, не тонет в сероуглероде, а остается на поверхности его.

Сероуглерод — сильнодействующее ядовитое вещество. Тарой для сероуглерода служат стальные бочки и железнодорожные цистерны.

При удовлетворительной токсичности для вредителей сероуглерод обладает рядом других положительных свойств: он быстро испаряется, пары его глубоко проникают в толщу газимуемых материалов (зерно, почва, мешкотара), обеззараженные им предметы легко дегазируются, пары сероуглерода не снижают всхожести семян.

Вследствие большой огнеопасности сероуглерод нельзя применять для обеззараживания зернохранилищ, мельниц и других помещений. Допускается обеззараживание зерна, тары и т. п. под брезентами, в удалении от жилых и производственных помещений.

Обеззараживание сероуглеродом дает положительный эффект при температуре не ниже 12°.

Техника применения сероуглерода при обеззараживании зерна и зернопродуктов, а также тары под брезентами такая же, что и при использовании хлорпикрина.

При обеззараживании тары расход сероуглерода составляет 200—400 г на 1 куб. м

объема под брезентом при экспозиции 1—3 суток.

Если газиремое под брезентом зерно хранится насыпью или в таре, дозы сероуглерода будут зависеть от высоты насыпи или кладки мешков и от вида зерна (табл. 25). В этой таблице приведены также некоторые виды круп, обеззараживание которых допускается сероуглеродом. Влажность зерна не должна быть выше 17%. Продолжительность газации подобным способом составляет при высоте слоя 1 и 1,5 м—2—3 суток, а при 2 м—3—5 суток.

Газацию зерна и зернопродуктов под брезентами можно проводить также в мешках, укладываемых бунтами, высотой до 2,25 м.

Таблица 25

Название продукта	При высоте слоя (в м)		
	1	1,5	2
	Дозы сероуглерода (в г) на 1 куб. м газиремого объема под брезентом		
Овес, ячмень, кукуруза, горох, фасоль . . . . .	225	265	285
Пшеница, рожь, рис, перловая и гречневая крупа . . . . .	265	285	315
Просо, пшено, крупа мелкого размола и мука разных сортов . . . . .	315	345	375

При газации зерна в ямах, к чему прибегают в исключительных случаях, после разливки сероуглерода яму сверху закрывают деревянным щитом и затем брезентом или слоем земли. Сероуглерод берут из расчета 600—700 г на 1 т зерна при экспозиции 24—48 часов.

При обычном проветривании зерно освобождается от сероуглерода через несколько дней. Если зерно перелопачивать или пропускать через зерноочистительные машины, период дегазации значительно сокращается. Дегазация ускоряется также и в том случае, когда мешки с продуктами расставляют в помещении стоямя один вблизи другого.

Газацию семян хлопчатника, фасоли (против фасолевой зерновки) и гороха (против гороховой зерновки) проводят также под брезентом. Доза сероуглерода при газации хлопчатника и фасоли равна 300—350 г и при газации гороха 150—175 г на 1 куб. м при экспозиции в 36—48 часов и температуре не ниже 12—15°.

Семена клевера и люцерны обрабатывают (против семяеда), применяя дозу сероуглерода 100—150 г на 1 куб. м.

Газацию корнеплодов, цветочных луковиц, сухих фруктов, миндаля, орехов, бобов какао и других продуктов проводят, расходуя сероуглерода 300—350 г на 1 куб. м хранилища в течение 36—48 часов.

Для газации виноградных черенков (чубуков) против филлоксеры и других вредителей в камерах создают концентрацию сероуглерода 250—300 г на 1 куб. м и продолжают ее в течение 45 минут при температуре не ниже 20°.

Газацию черенков плодовых проводят лишь по окончании вегетационного периода. Расход сероуглерода — 300—350 г на 1 куб. м камеры при экспозиции в 45 минут и температуре также не ниже 20°.

Подгтовку склада и табака к газации

проводят так же, как и при его газации хлорпикрином. Для газации табака сероуглерода расходуется 100—150 г на 1 куб. м помещения при экспозиции не менее 72 часов. Наилучшие результаты получаются при температуре не ниже 18—20°. Дегазация табака при сквозняках продолжается около 5 дней.

Сероуглерод можно применять для обеззараживания почвы, особенно на песках, в целях уничтожения личинок мраморного хруща за год до закладки виноградников в дозах 65—70 г на 1 кв. м. С той же целью обеззараживание почвы эффективно производить на площадях, занятых виноградной школкой и виноградниками. Сероуглерод в этом случае вносят в марте, а на юге в октябре под лопату или под специально приспособленный плуг, на глубину 5—15 см, по сетке 50×50 см не ближе 20 см от куста.

Газацию почвы для уничтожения сусликов проводят смесью сероуглерода с четыреххлористым углеродом лишь при отсутствии более эффективных и безопасных фумигантов. Вводят в норы шарики из ваты или пакли диаметром 1—1,2 см. Применять сероуглерод, как и приобретать его, можно только с разрешения органов милиции. В связи с быстрой воспламеняемостью паров сероуглерода этот химикат применяется редко и обязательно под руководством специалиста.

#### **Смесь дихлорэтана с хлорпикрином**

Для повышения эффективности и снижения расхода дихлорэтана применяют смесь его с хлорпикрином. Эту смесь используют для

обеззараживания складских помещений, подполий, а также продовольственного зерна (за исключением пленчатых культур, крупы и муки).

Для обеззараживания пустых складских помещений берут 80—90 г смеси (74—83 г дихлорэтана и 6—7 г хлорпикрина) на 1 куб. м помещения. Для обеззараживания подполий норму расхода смеси увеличивают до 100—110 г на 1 куб. м (92—101 г дихлорэтана и 8—9 г хлорпикрина).

При газации помещений отмеренным количеством смеси смачивают мешки, развешивают их в этом помещении и оставляют на 3—5 суток. Для дегазации открывают двери и окна вплоть до исчезновения запаха фумигантов.

При обеззараживании продовольственного зерна с применением труб-зондов установлены следующие нормы расхода смеси (табл. 26).

Т а б л и ц а 26

Газируемое пространство	Нормы расхода (в г) на 1 куб. м пространства		
	смеси	дихлор- этана	хлор- пикрина
Надземное пространство (объем, занятый зерном)	220—300	203—280	17—20
Надзерновое пространство	80—90	74—83	6—7

Обеззараживание зерна без труб-зондов проводят при толщине слоя зерна не более 1 м. В этом случае развешивают смоченные смесью мешки (нельзя допускать, чтобы с ме-

шков яд капал на зерно). Смеси расходуется 100—120 г на 1 куб. м объема помещения, занятого зерном (92—110 г дихлорэтана и 8—10 г хлорпикрина); на 1 куб. м объема помещения над зерном — 80—90 г смеси (74—83 г дихлорэтана и 6—7 г хлорпикрина) и на 1 кв. м подполья — 100—110 г (92—101 г дихлорэтана и 8—9 г хлорпикрина). При обеззараживании под брезентами расход смеси 150—180 г на 1 куб. м пространства (138—165 г дихлорэтана и 12—15 г хлорпикрина). Влажность зерна, обеззараживаемого смесью, не должна превышать 15%. Обеззараживание проводят при температуре не ниже 12°. Продолжительность газации 5—8 суток.

Смесью дихлорэтана с хлорпикрином нельзя обрабатывать семенные фонды.

Для обработки мешков, брезентов и вагонных щитов приняты следующие нормы расхода смеси дихлорэтана с хлорпикрином на 1 куб. м помещения (табл. 27).

Таблица 27

Газуемый предмет	Высота укладки (в м)	Нормы расхода (в г)	
		дихлорэтана	хлорпикрина
Мешки и брезенты . {	0,5	92	8
	1,0	110	10
Вагонные щиты . . .	2,0	185	15

Экспозиция газации 2—3 суток.

При газации под брезентом нормы расхода ядов увеличивают на 50%.

#### **Синильная кислота и ее соли**

Синильная кислота (цианистый водород) принадлежит к числу наиболее сильных и опасных ядов, действующих чрезвычайно быстро и смертельно, даже в небольших дозах. Синильная кислота — бесцветная летучая жидкость, с запахом горького миндаля.

Синильная кислота и ее соли (цианистый натрий, калий, кальций, цианплав) применяются для обеззараживания помещений, семян, посадочного материала, растений на корню, плодов, а также при борьбе с сусликами и для многих других целей исключительно с разрешения органов милиции и только под непосредственным руководством подготовленных к этому людей.

#### **Смесь препаратов НИУИФ-100 и эфирсульфоната**

Препарат НИУИФ-100 не убивает яйца насекомых и клещей. Кроме того, он обладает кратковременным действием, что вызывает необходимость повторять опрыскивание или опыливание растений для уничтожения гусениц, личинок и клещей, отрождающихся из яиц.

Чтобы добиться более длительного действия на вредителей и особенно на клещей, рекомендуется применять комбинированные эмульсии, состоящие из 0,03—0,07% концентрата НИУИФ-100 и 0,3—0,5% концентрата 30%-ного смачивающегося порошка эфирсульфоната.

Комбинированный препарат обладает более

длительным действием. Клещи, например, погибают в течение месяца со дня опрыскивания растений. Концентрации рабочих эмульсий этого препарата такие же, как и препарата НИУИФ-100. Эта смесь ядовита, и при работе с ней надо соблюдать те же меры предосторожности, что и с препаратом НИУИФ-100.

#### **Сода кальцинированная (углекислый натрий)**

Кальцинированная сода применяется против американской мучнистой росы крыжовника в виде 0,3—0,5%-ных растворов (30—50 г соды на 10 л воды) с добавлением патоки для лучшей прилипаемости.

Опрыскивать растения содой во время цветения нельзя, так как могут пострадать цветки.

#### **Сулема**

Сулема — соединение ртути и хлора; белый или сероватый кристаллический порошок. Сильный яд. В воде растворяется плохо — около 70 г на 1 л. Отпускается со склада и расходуются с ведома милиции.

Сулему используют иногда для протравливания семян против грибных и бактериальных заболеваний. Наиболее применяемая концентрация — 1 часть сулемы на 1000 частей воды, при выдержке семян в растворе в течение 5 минут. Семена томатов протравливают при концентрации 1 часть яда на 3000 частей воды (выдержка 5 минут), семена огурцов и капусты — при концентрации 1:1000 (в течение 10 минут), семена моркови — при концентрации 1:1000 (в течение 10—30 минут, в зависи-



мости от заболевания), семена арбузов и дынь против антракноза — при концентрации 1:1000 (выдержка 5—7 минут).

Семена, протравленные сулемой, сразу же промывают в воде в течение 10 минут, сменяя воду не меньше 5—10 раз, а затем просушивают. Расходуют в среднем 1 г сулемы на 1 кг семян.

В виде 0,1 %-ного раствора сулему применяют также для обеззараживания саженцев плодовых культур от корневого рака (выдержка 2—3 минуты, с последующей немедленной тщательной промывкой в воде).

Растворы сулемы употребляют также для обеззараживания почвы в открытом грунте против килы капусты.

Способ обеззараживания заключается в том, что в каждую лунку, предназначенную для посадки рассады, выливают 0,25—0,5 л 0,1 %-ного раствора сулемы. Она убивает споры килы, поэтому корни растений развиваются в незараженной почве.

Сулема как контактный инсектицид находит некоторое применение для уничтожения яиц и личинок капустной мухи путем поливки почвы под каждым растением у основания стебля. На одно растение расходуют полстакана раствора концентрации 8 г на 10 л воды. Применяют также и следующий раствор: 10 г сулемы и 10 г поваренной соли на 10 л воды. На одно растение берут такого раствора 80—100 г.

За период яйцекладки надо сделать 2—3 поливки, с промежутками в четыре дня, начиная поливку через пять дней после начала яйцекладки.

Для обработки 1 га посадок капусты в открытом грунте (20 000 растений) при однократной поливке требуется 2 кг сулемы, 2 кг поваренной соли и 2000 л воды. Для поливки в парниках рассады капусты, зараженной яйцами капустной мухи, требуется 1,5—2 л раствора на 1 кв. м.

Нельзя применять сулему ввиду ее большой ядовитости, для поливки лука в борьбе с луковой мухой.

#### **Суперфосфат**

Суперфосфат используется как средство против полевых слизней. Опыливание проводится в вечернее время, когда слизи выходят на поверхность. Расход химиката 300—400 кг на 1 га.

#### **Табачная пыль**

Табачная пыль является отходом при производстве легких табаков и махорки. Содержит 0,5—1 %, редко 2 %, никотина. Наиболее сильно действующей считается сухая махорочная пыль.

Применяют ее в чистом виде или в смеси с равным (по объему) количеством сухой свежегашеной извести или древесной золы против огородных блошек (до 150 кг на 1 га в чистом виде или в смеси с указанными разбавителями), капустной мухи (до 200—300 кг смеси на 1 га), полевых слизней, медяницы в садах, жуков-медяков и клубеньковых долгоносиков на люцерне в самом начале развития ее семядолей (по 40—50 кг табачной пыли и 40—50 кг дорожной пыли, золы или гашеной извести на 1 га). При употреблении извести

расходуют табачной пыли на 15—20% меньше. Табачной пылью опыливают также растения лука для предохранения от кладки яиц луковой молью и луковой мухой. Табачную пыль используют для окуривания оранжерейных и тепличных растений против клещиков, трипсов, тлей, алейродид (белокрылок) путем сжигания этой пыли из расчета 5—10 г на 1 куб. м помещения. Перед сжиганием табачную пыль предварительно смачивают керосином. Помещение при окуривании плотно закрывают на 12 часов, после чего его проветривают.

Табачный дым применяют также для окуривания садов против медяницы. Для этого под деревьями, в шахматном порядке, на расстоянии 8—10 м одна от другой, раскладывают кучки табачной пыли (по 2—3 кг в каждой). Для лучшего сгорания табачную пыль можно насыпать на кучки соломы и другой легко сгорающий материал.

На 1 га сада раскладывают до 80 кучек (160—240 кг табачной пыли). Разложенные кучки с табачной пылью поджигают одновременно и обязательно с подветренного края сада, чтобы табачный дым заполнил весь сад. Лучшие результаты дает окуривание во влажную пасмурную погоду, когда дым стелется по земле и может держаться в кронах деревьев в течение нескольких часов.

Окуривают сад в тихую, безветренную погоду, лучше вечером, ночью или рано утром. Окуривание целесообразнее проводить в июле — августе, так как табачный дым действует только на взрослых, окрыленных особей медяницы.

#### Табачный настой

Табачный настой готовят следующим образом. Сухие стебли и листья махорки рубят топором на мелкие куски и затем насыпают в чаны или бочки и заливают водой из расчета 10 л воды на каждые 500 г рубленой махорки. Вместо махорки можно использовать махорочную пыль. Махорку настаивают в воде в течение двух суток, время от времени перемешивая лопаткой содержимое бочки, затем настой процеживают через холст. Со дна бочки собирают осадок и хорошо выжимают из него жидкость. К настою добавляют 10 л воды и полученную жидкость употребляют для опрыскивания зараженных растений. В таком настое обычно содержится около 0,05—0,1 % никотина — доза, смертельная для большинства тлей и медяниц.

Приготовленный таким способом табачный настой дает неудовлетворительные результаты против тлей, покрытых жировыми и восковыми выделениями (капустная тля). Для усиления токсичности необходимо прибавлять зеленое или хозяйственное мыло по 50 г на каждые 10 л настоя.

Мыльно-никотиновые препараты на воздухе скоро портятся, поэтому их необходимо использовать сразу же по изготовлении.

#### Тетраметилтиурамдисульфид (ТМТД)

Тетраметилтиурамдисульфид — желтовато-сероватый тонкий порошок со слабым своеобразным запахом. Содержит 50 % тетраметилтиурамдисульфида, 6—8 % гамма изомера

гексахлорциклогексана и каолин в качестве наполнителя. Применяется для сухого протравливания семян пшеницы против твердой головни, проса против пыльной головни и семян льна против фузариоза и антракноза из расчета 2 кг на 1 т семян; овса против пыльной головни и кукурузы против плесени и головни из расчета 4 кг на 1 т семян; ячменя против каменной головни — 3 кг на 1 т; фасоли — 6 кг на 1 т; гороха, нута и чечевицы — 8 кг на 1 т; сахарной свеклы против корневых заболеваний — 5 кг на 1 т семян. Протравливают семена как перед посевом, так и за 2—3 недели до посева.

Препарат является высокоэффективным протравителем семенников моркови для предупреждения заболевания их в период хранения белой и черной гнилью. Протравливание семенников моркови проводят осенью, до закладки их на хранение, или в крайнем случае весной, перед высадкой в грунт, из расчета 6—8 кг препарата на 1 т семенников.

Наличие в препарате гамма-изомера гексахлорциклогексана предохраняет протравленные семена от повреждений проволочниками и другими, обитающими в почве вредителями.

**30%-ный смачивающийся порошок  
эфирсульфоната**

Препарат представляет собой пылевидный порошок светло-серого цвета, легко смачивающийся водой, с которой образует после размешивания устойчивую суспензию. Содержит 28—30 % действующего вещества (эфирсульфоната), 61 % каолина, 3 % поверхностно-

активного вещества ОП-7 и 6% сухого сульфитного щелока.

Этот химикат может быть использован для уничтожения растительноядных клещей, личинок молей и жуков (особенно младших возрастов) на плодово-ягодных насаждениях и других растениях (в том числе и на хлопчатнике) в виде водных суспензий или в смеси с 0,1%-ной концентрацией 30%-ного карбофоса. Водные эмульсии этого препарата применяются в 0,5—0,7%-ных, а в смеси с карбофосом в 0,3—0,5%-ных концентрациях. Особенно хорошие результаты против клещей получаются при смешивании суспензий эфирсульфоната с эмульсией НИУИФ-100. При смешивании надо брать те же концентрации химикатов, как и при отдельном их применении.

Препарат предварительно в необходимом количестве размешивается в 2—3 л воды до сметанообразного состояния и затем уже разводится в 98—97 л воды. Слабее этот инсектицид действует на личинок старших возрастов и взрослых клещей. Действие препарата на растениях продолжается в течение 1—2 недель.

Препарат может смешиваться с ДДТ, гексахлораном, НИУИФ-100 и с другими химикатами. При использовании его необходимо соблюдать обычные меры предосторожности.

#### **Трихлорфенолят меди (20%-ный дуст)**

Трихлорфенолят меди — тонкоразмолотый ядовитый порошок красно-бурого цвета с запахом фенола; практически нерастворим в

воде и в большинстве органических растворителей. Содержит  $20 \pm 1\%$  трихлорфенолята меди, до 80% каолина и не более 5% влаги. В пересчете на медь препарат содержит ее 3—4%. Применяется для протравливания семян хлопчатника против гоммоза на хлопкоочистительных заводах из расчета 7 кг на 1 т опущенных и 6 кг для неопущенных семян.

Протравливать семена можно заблаговременно, за 1—3 месяца до посева. Препарат дает наибольшую эффективность в тех случаях, когда семена хлопчатника предварительно (перед посевом) были увлажнены (лучше в кучах, а не в проточной воде) из расчета до 500 л воды на 1 т опущенных и до 250 л неопущенных, длиноволокнистых сортов.

В указанных дозировках препарат не менее эффективен, чем гранозан и особенно формалин.

#### Углекислый барий

Углекислый барий — белый очень тонкий порошок, без запаха, почти нерастворим в воде, не влияет на вкус, и поэтому грызуны не замечают его присутствия в приманке. Менее ядовит, чем мышьяковистокислый натрий, но достаточно эффективен в борьбе с мышами и крысами.

На 1 весовую часть углекислого бария берут 4 весовые части муки, замешивают густое тесто на воде и готовят пилюли размером с крупную горошину. Лучше всего раскладывать приманку вечером, так как в это время мыши и крысы более активны. Приманки раскладывают по щелям и норам.

Если борьбу с мышевидными грызунами проводят в птичниках, крольчатниках, зернохранилищах, на мельницах, складах с продовольственным материалом и т. п., отравленные углекислым барием приманки необходимо помещать в специальные ящики. В каждую нору кладут по 10—15 г приманки для крыс и по 1—2 г для мышей.

При однократном применении зерновых приманок расходуют 50—100 г зерна и от 7,5 до 15 г яда на 100 кв. м помещения. Если приманку готовят не из зерна, а из других продуктов, для обработки указанной площади берут от 100 до 200 г приманочного вещества и от 12,5 до 25 г яда.

В помещение, где разложена приманка, не допускают посторонних лиц, а также животных и птиц. Приманки, если они несухие, рекомендуется каждый день заменять свежими, а несъеденные грызунами уничтожать.

#### **Фенол (карболовая кислота)**

Фенол обладает раздражающими и прижигающими свойствами. В чистом виде представляет собой крупные призматические кристаллы с характерным запахом. Употребляют неочищенную 5%-ную карболовую кислоту (серая и черная карболка) — бурюю жидкость с пригорелым запахом, нерастворимую в воде. Фенол применяют в виде эмульсии для уничтожения яиц и личинок капустной мухи. Эмульсию готовят из расчета 50 куб. см черной неочищенной карболки и 50 г жидкого мыла на 1 л воды. Под каждое растение у основания стебля вносят по полстакана этой эмульсии.



### Формалин

Формалин — водный раствор формальдегида. Обладает резким своеобразным запахом, сильно раздражающим слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. Промышленность выпускает 40 %-ный формалин, который для протравливания разбавляют водой до требуемой крепости.

Формалин употребляется главным образом для влажного и полусухого протравливания семян сельскохозяйственных культур и для других видов обеззараживания.

Время выдерживания семян зерновых, овощных, хлопчатника и картофеля в растворе формалина при мокром протравливании следующее:

семян зерновых . . . . .	3—5 минут
» капусты . . . . .	5 »
» огурцов . . . . .	5 »
» томатов . . . . .	15 »
» столовой и сахарной свеклы . . . .	5 »
» хлопчатника . . . . .	10 »
клубней картофеля . . . . .	3—5 »

После протравливания семян необходимо проводить их томление под брезентом или мешками, предварительно обеззараженными формалином, без этого протравливание не уничтожает спор грибов. В таблице 28 указаны заболевания, против которых применяют формалин, способы его использования и нормы расхода.

Семена, протравленные мокрым способом, нельзя сеять в сухую почву, так как они при этом теряют всхожесть. Посев семян, протравленных формалином, во влажную, но хо-

Т а б л и ц а 28

Заболевания и материалы обеззараживания	Степень разбав- ления стандарт- ного (40%/оного) формалина во- дой при мокром способе	Срок томления	Расход на 1 т обеззараживаемого материала	
			формалина (в кг)	рабочего раствора (в л)
Мокрая (твердая) и стеблевая головня; зерно пшеницы	1:300	2 часа	0,33	100
Пыльная и твердая го- ловня; зерно овса	1:300*	2 часа при мок- ром способе	0,33	100
		4 часа при полу- сухом способе	0,19	15
Каменная (твердая) го- ловня; зерно ячменя	1:300*	То же	0,33	100
			0,19	15
Стеблевая и мокрая головня; зерно ржи	1:300	2 часа	0,33	100
Головня; просо	1:300	2 »	0,33	100
Гоммоз; семена хлоп- чатника—элита, 1-я ре- продукция и яровизиро- ванные	1:90	3 »	2,5—3 для не- опушенных сортов 3,5—4,0 для опушенных сортов	250—300  350—400

202

Продолжение

Заболевания и материалы обеззараживания	Степень разбав- ления стандарт- ного (40%-ного) формалина во- дой при мокром способе	Срок томления	Расход на 1 т обеззараживаемого материала	
			формалина (в кг)	рабочего раствора (в л)
Гоммоз; семена хлоп- чатника, кроме элиты, 1-й репродукции и яро- визированных	1:200**	10 часов	1,25—1,5 для неопушенных сортов 1,75—2,0 для опушенных сортов	250—300  350—400
Порошистая, обыкно- венная парша и другие болезни; клубни картофеля	1:200*	2 часа	0,75 при мок- ром способе	200 при мок- ром способе; 150—200 при полусухом способе
Болезни семян овощ- ных (капусты и др.)	1—1,5:100 и 1:300	1—2 часа 1—2 »	— —	— —
Бактериальный рак; семена томатов	1:300 и 1:100	2 часа 2 »	— —	— —
Ржавчина, мучнистая роса, переноспороз се- мян сахарной и столовой свеклы	1:300	2 »	—	—

Продолжение

Заболевания и материалы обеззараживания	Степень разбав- ления стандарт- ного (40 %-ного) формалина во- дой при мокром способе	Срок томления	Расход на 1 т обеззараживаемого материала	
			формалина (в кг)	рабочего раствора (в л)
Обеззараживание тары {	1:100 и 1:300	12—22 часа (с последующей просушкой)	—	—
Обеззараживание зерно- хранилищ	1:100	—	—	—
Обеззараживание бре- зентов, инвентаря и транс- портных средств	1:100	12—22 часа (с последующей просушкой)	—	—
Обеззараживание пло- доовощехранилищ и пар- ников {	1:20, 1:40 или 1:100	Обмазка или опрыскивание деревянных частей и стекла	—	0,25 раствора на 1 кв. м
Головня лука; обезза- раживание земли в поле	1:140 или 1:70	—	—	90 л раствора на 1000 погон- ных метров борозды или 5000 л на 1 га

Продолжение

Заболевания и материалы обеззараживания	Степень разбавления стандартного (40%-ного) формалина водой при мокром способе	Срок томления	Расход на 1 т обеззараживаемого материала	
			формалина (в кг)	рабочего раствора (в л)
Различные заболевания в парниках, оранжереях и теплицах, обеззараживание земли	1:40 или 1:50	—	—	10—25 л на 1 кв. м
Корневой рак плодовых деревьев; обеззараживание земли в питомниках	—	65 г формалина и более на 1 кв. м площади		
Фитофтора при сильном развитии ее на растениях в поле, обеззараживание плодов томата, предназначенных для дозаривания и хранения	1:300	Плоды погружают на 1—2 минуты в раствор формалина, температура которого должна быть 16—17°		

\* При полусухом способе формалин берут при разведении 1:80.

\*\* Желательно пользоваться раствором, имеющим температуру 20—30°.

лодную почву также дает плохие результаты — прорастание семян идет медленно и проростки получаются слабые. Сухие семена, протравленные формалином, в большей степени теряют всхожесть, чем влажные.

#### Фосфид цинка

Фосфид цинка — темно-серый с блестящим оттенком тяжелый порошок с особым запахом (фосфористого водорода). Фосфид цинка в воде не растворяется, огнеопасен, при работе с ним необходимо соблюдать меры противопожарной безопасности.

Фосфид цинка применяют для борьбы с грызунами как в помещениях, так и в полевых условиях, включая его в приманку, а также для опыливания рассады в парниках и сеянцев древесных культур.

Отравленная приманка для борьбы с сусликами изготавливается следующим образом. На 1 кг зерна пшеницы берут в качестве прилипателя 35 г подсолнечного или другого растительного масла, которое хорошо смешивают с зерном. Затем к покрытому маслом зерну добавляют 150 г фосфида цинка и снова тщательно перемешивают до равномерного покрытия зерна ядом; при отсутствии масла, как исключение, зерно перед смешением его с ядом можно слегка увлажнить чистой водой. При изготовлении приманки из овса можно использовать минеральные масла: автол 10 и 5 или цилиндровое масло 38. Цилиндровое масло менее удобно, чем автол, так как оно обладает большей вязкостью и при применении ранней весной его необходимо подогреть до 30—40°, чтобы уменьшить вязкость.

На каждый килограмм овса берут 45 г автола или цилиндрического масла и 150 г фосфида цинка. Приготовленную приманку немедленно используют для борьбы с сусликами.

Приманку можно приготовить и из зерна кукурузы, которое предварительно вымачивают в воде в течение 12 часов. На 1 кг кукурузы берут 24 г растительного масла и 80 г фосфида цинка. Приманки можно изготовить также из отрубей и из просяных или овсяных мучелей. Фосфид цинка для таких приманок берут в количестве 15% веса приманки. Приманку, отравленную фосфидом цинка, разбрасывают около нор специально изготовленными для этой цели совочками (из жести, дерева или тростника), вмещающими примерно 3 г приманки при работе вручную, а при использовании подводы и автомашины — 20—30 г приманки. Нельзя просыпать приманку, а если это бывает, то необходимо немедленно собрать ее, во избежание отравления скота и птиц.

Для борьбы с сусликами применяется также смесь фосфида цинка с отработанным автолом из расчета 200 г фосфида цинка на 1 кг отработанного автола.

Затравщик берет жгут из травы, обмакивает его конец в указанную ядовитую смесь, и вводит в нору. Суслик, выходя из норы, выталкивает жгут, пачкает себя ядовитой смесью и при чистке слизывает яд, который попадает в желудок и отравляет суслика. На одну нору расходуется 15—20 г смеси.

Против мышей фосфид цинка употребляют в разных приманках в количестве 2—3% и даже до 6%, а против полевки до 10% к весу

приманки. Для приманки нельзя брать кислый хлеб, от которого фосфид цинка быстро разлагается.

Фосфид цинка закрепляется на зерновой приманке крахмальным клейстером, растительными маслами и т. п.

Приманки с фосфидом цинка охотно поедаются грызунами.

В борьбе с мышевидными грызунами расходуется на 1 га от 0,5 до 3 кг зерновой приманки (овес, пшеница, ячмень) и от 5 до 10 кг зеленой.

Приманки в борьбе с сусликами и другими грызунами разбрасывают вручную, с подвода, автомашин и с самолетов.

При использовании подводы можно за 1 день обработать приманками от 50 до 60 га, автомашины — 300—400 га и самолета 700 и больше га. Готовят приманки на открытом воздухе или в хорошо проветриваемом помещении.

Для предохранения от массового повреждения мышевидными грызунами сеянцев в питомниках необходимо их опыливать фосфидом цинка, смешивая его с дорожной пылью или золой в равном количестве. Золу и пыль предварительно просеивают через мелкое сито или через двойной слой марли. Растения опыливают сверху и с боков. Расход такой смеси на 1 га сеянцев в возрасте до 3 месяцев не менее 20 кг.

Приманку, отравленную фосфидом цинка, применяют также для уничтожения водяной крысы.

Фосфид цинка весьма ядовит для человека, домашних животных и птиц.



### Фтористый натрий

Фтористый натрий — грязно-белый или сероватый кристаллический порошок, без запаха, плохо растворимый в холодной воде. При хранении часто слеживается в комки.

Вредители, для уничтожения которых применяют фтористый натрий, и его дозы указаны в таблице 29.

Т а б л и ц а 29

Вредители и растения	Дозировка яда при од- нократном применении на 10 л воды (в г)
Обыкновенный, серый и другие свекловичные долгоносики на сахарной свекле	100
Гусеницы лугового мотылька на свекле и люцерне . . . . .	50—70
Гусеницы лугового мотылька на хлопчатнике . . . . .	120
Свекловичная щитовоска на сахарной свекле . . . . .	50—70
Гусеницы озимой и луговой совки на различных культурах . . . . .	80
Грызущие вредители на овощных культурах . . . . .	50—80
Свекловичные блошки на сахарной свекле . . . . .	100
Кравчик на сахарной свекле (опрыскивание краевых полос поля) . . . . .	100
Мертвоед на сахарной свекле . . . . .	100
Гусеницы карадрины на сахарной свекле	70

Для лучшего прилипания жидкости к листьям растений желательно на каждый литр добавлять 10 г патоки или мучного клейстера.

Опрыскивание садов, виноградной лозы и других ягодников фтористым натрием допустимо лишь во вторую половину вегетационного периода, по загрубелой листве. Фтористый натрий ядовит.

#### **Хлориндан**

Хлориндан — новый хлорорганический препарат. Применяется в виде 65%-ного концентрата и дуста.

65%-ный концентрат хлориндана — густая жидкость темного цвета. При смешении с водой образует устойчивые молочнообразные эмульсии, которые применяют в 0,2—0,8%-ных концентрациях при опрыскивании различных растений для уничтожения личинок пилильщиков, некоторых видов тлей, младших и средних возрастов гусениц, повреждающих листву, и свекловичного долгоносика. Дуст обычно содержит 10% хлориндана и применяется в борьбе с саранчовыми и колорадским жуком. Для опыливания картофеля против колорадского жука расходуется дуста от 30 до 50 кг на 1 га.

Хлориндан ядовит так же, как ДДТ.

#### **Хлористый барий**

Хлористый барий — белое кристаллическое вещество, похожее на поваренную соль. В воде растворяется хорошо.

Хлористый барий применяют для опрыскивания главным образом против вредителей, перечисленных в таблице 30 (см. стр. 210).

Т а б л и ц а 30

Вредители и растения	Дозировка яда на 10 л воды (в г)	Расход яда на 1 га при однократном применении (в кг)	Способ примене- ния
Обыкновенный и серый свекловичные долгоносики, гусеницы лугового мотылька, люцерновой совки, личинки рапсового пилильщика на сахарной свекле и многих других культурах . . . .	400—500	16—35	Опрыскивание
Гусеницы совки-гаммы на льне . . . . .	400—500	16—35	То же
Гусеницы капустной, люцерновой, донниковой, горчачковой и других совок, капустной, и репной белянок, турецкий и крымский скосари и песчаная чернотелка на овощных, винограде и бобовых культурах . . . . .	300—600	9—60	» »
Гусеницы карадрины на хлопчатнике . . . .	300—400	22,5—160	» »

Пользоваться хлористым барием надо только в жаркую, сухую и солнечную погоду, когда среднесуточная температура воздуха доходит до 20°; в другое время он дает плохие результаты.

Для лучшего прилипания к листьям, добавлять на каждые 100 л раствора патоку, меляссу или мучной клейстер по 1 кг.

### **Хлорная (белильная) известь**

Хлорная известь — комковатый порошок белого цвета, иногда с желтоватым оттенком, с резким запахом хлора. Обладает сильным дезинфицирующим свойством. В воде растворяется плохо, в соляной кислоте — хорошо, причем растворение в кислоте сопровождается бурным выделением газообразного хлора.

Хлорная известь должна содержать 17—19% активного хлора. Тарой служат деревянные бочки емкостью 50 и 100 л, железные барабаны емкостью 100 л и другая герметичная, прочная упаковка.

Хлорную известь применяют для обеззараживания почвы в питомниках при борьбе с бактериальным раком плодовых деревьев (40—150 г и более на 1 кв. м).

Водные взвеси хлорной извести используют для обеззараживания плодовоовощехранилищ (4%) и деревянных частей парников и теплиц (5—10%).

Хлорная известь применяется для обеззараживания прикладской территории, а также для дезинфекции пустых овощехранилищ, парников и теплиц. Расход ее составляет 0,3—0,4 кг на 1 кв. м обрабатываемой площади. Хлорная известь может быть применена и в виде настоя: 400 г на 10 л воды. Раствор хлорной извести настаивают в течение 2—4 часов. Чистую жидкость сливают с осадка и употребляют для опрыскивания, а осадок используют для обмазки парниковых парубней.

Применять хлорную известь, когда в теплицах и парниках есть растения, нельзя.

### Хлорокись меди

Хлорокись меди — основная хлорная медь. Препарат аналогичен бордосской жидкости. Состав хлорокиси меди не является постоянным.

Применяется либо в виде дуста, представляющего собой смесь 30% хлорокиси меди с 70% талька (около 15—16% в пересчете на металлическую медь), или в виде препарата для опрыскивания, состоящего из 50% хлорокиси меди (28—30% в пересчете на металлическую медь), 5% сульфитного щелока, добавляемого в качестве стабилизатора, каолина (44%) и 1% декстрина, повышающего удерживаемость препарата на листьях. Суспензии хлорокиси меди образуются легко (путем смешения порошка с водой), более стойки, чем суспензии парижской зелени и бордосской жидкости, и так же, как дусты ее, почти не ожигают растений. Кроме того, при изготовлении суспензии хлорокиси меди не надо добавлять известь, что значительно упрощает обращение с ней.

Хлорокись меди допускает комбинирование ее с большинством инсектицидов, в том числе с ДДТ и ГХЦГ. Противопоказано смешение ее с инсектицидами, имеющими кислую реакцию (никотин-сульфат, парижская зелень и др.).

По токсичности и эффективности хлорокись меди равноценна бордосской жидкости, лишь в отношении милдью винограда и белой пятнистости смородины несколько уступает ей. Применение хлорокиси меди в борьбе с такими заболеваниями, как парша яб-

лонь, белая гниль винограда, курчавость листьев персика, монилия плодов сливы, ложная мучнистая роса опийного мака, церкоспороз сахарной свеклы, может проводиться так же успешно, как и бордосской жидкостью.

Дусты хлорокиси меди расходуются в количествах от 6 до 30 кг и больше на 1 га, в зависимости от культуры и развития ее листовой поверхности; так, например: для опыливания виноградников против мильды — 25—30 кг; яблонь против парши — 20—25 кг; хмеля против ложномучнистой росы — 15—30 кг; льна против разных заболеваний — 10—20 кг; картофеля против фитофторы — 20—25 кг на 1 га. Обычные концентрации суспензий хлорокиси меди при опрыскивании 0,5—0,75% (0,5—0,75 кг на 100 л воды). Примерный расход смачивающегося порошка хлорокиси меди на 1 га: для яблоневого сада 6 кг, виноградника 6,5 кг, косточкового сада 4,5 кг, хмеля 10 кг, картофеля 3,5 кг.

### **Хлорпикрин**

Хлорпикрин — тяжелая, маслообразная прозрачная жидкость желтоватого цвета; сильнодействующее ядовитое вещество.

Хлорпикрин применяют для газации зернохранилищ, плодоовощехранилищ, жилых помещений, подполий, а также вагонных щитов и мягкой тары, продовольственного зерна и продуктов его переработки, семян табака и хлопчатника. Таким приемом этим химикатом уничтожают различных насекомых, клещей, а также сусликов и других вредителей, живу-

щих в норах. Используют хлорпикрин и для обеззараживания почвы от возбудителя рака картофеля и от галловой нематоды.

Расход хлорпикрина при газации указан в таблице 31.

Хлорпикрин — основной яд для уничтожения сусликов. Ватный тампон, насыщенный хлорпикрином, вводят на прутке в нору суслика. Из 1 кг ваты или пакли может быть изготовлено около 5000—10 000 тампонов. Каждый такой тампон весом 0,1 г впитывает приблизительно 1—1,5 г хлорпикрина. Можно обрабатывать норы хлорпикрином посредством трубок Алексева, Галькова, специального «револьвера» и др. Хлорпикрин в этих случаях вводят в норы вместе с песком (225—250 г хлорпикрина на 1000 г мелкого сухого песка), после чего норы затыкают пучком травы или соломы и прикапывают землей.

Начинать борьбу с сусликами надо со времени их пробуждения от зимней спячки и продолжать до начала залегания старых сусликов в спячку. Для разных районов и видов сусликов сроки массовой обработки нор хлорпикрином не одинаковы.

Применять хлорпикрин можно только с установления в норах температуры 12°. До этого основными мерами борьбы с сусликами должны быть механические.

С наступлением массового отрождения молодняка и до выхода его на поверхность необходимо применять хлорпикрин. Расход хлорпикрина на одну нору для малого и крапчатого сусликов — 3 г, для краснощекого и рыжевато-го — до 5 г и эверсманова — до 6 г. Если применять тампоны, насыщенные

Таблица 31

Газация	Расход хлорпикрина	Продолжительность газации
Пустых помещений (герметичных) Подполий в пустых помещениях	20—35 г на 1 куб. м 30—40 г на 1 кв. м (в зависимости от высоты подполья) 25—35 г на 1 куб. м	3—4 суток 3—4 » 3—4 »
Пустых помещений и подполий одновременно	25 г на 1 куб. м при высоте слоя тары 0,5 м 30 г на 1 куб. м при высоте слоя тары 0,5—1 м 50 г на 1 куб. м при высоте слоя тары 1—1,5 м 60 г на 1 куб. м при высоте слоя тары 1,5—2 м	1—2 »
Мягкой тары в помещении	Расход яда на 50 <sup>0</sup> /о больше, чем при газации в помещении	2 »
Мягкой тары под брезентами	20—30 г на 1 куб. м объема помещения, не занятого зерном, 25—30 г на 1 куб. м подполья и 25—35 г на 1 куб. м объема зерна	3—5 суток при зараже- нии зерна насекомыми и 12—25 суток при зара- жении клещами
Продовольственного зерна и дру- гих зерновых продуктов в помеще- нии (толщина слоя зерна не более 0,75 м и влажность зерна не выше 15 <sup>0</sup> /о)		



Газация	Расход хлорпикрина	Продолжительность газации
Посевного гороха и семенной фасоли (против зерновок) через 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —2 месяца после их уборки (влажность семян не выше 15,5 <sup>0</sup> /о)	25—30 г на 1 куб. м при газации в помещении и 38—45 г на 1 куб. м при газации под брезентами	1 сутки
Семян табака в помещении (влажность семян не выше 8 <sup>0</sup> /о)	20 г на 1 куб. м	1 »
Почвы против рака картофеля	{ 4 т на 1 га супесчаных почв 5 т на 1 га тяжелых почв	
Почвы против галловой нематоды		
	5—6 т на 1 га	

Примечание. Обработанные хлорпикрином продукты и тара должны быть тщательно проветрены.

хлорпикрином, то при дозировке в 3 г на нору необходимо брать два тампона или соответственно увеличить количество ваты на тампоне.

После выхода молодняка на поверхность и до конца сезона хлорпикрин применяют в дозировке 2 г на нору для малого и крапчатого сусликов, 4 г для краснощекого и рыжеватого и 5 г для эверсманова суслика.

Наилучшее время для истребления сусликов вместе с новым потомством — весна или раннее лето.

В ясные солнечные дни работу по отравлению следует приурочивать к такому времени суток, когда суслики находятся в норах. Это бывает утром — от рассвета до 8—9 часов, затем с 11—12 до 15—16 часов и с 18 часов до темноты. В остальное время суслики обычно выходят из нор; иногда они далеко убегают не только от нор, но и от площадей, на которых производят обработку хлорпикрином.

В пасмурные и холодные дни большую часть времени суслики проводят в норах, и поэтому их можно истреблять в течение всего дня.

Борьбу с сусликами проводят организованно. Наиболее целесообразно иметь для этого отряд, состоящий из 10—15 затравщиков, 4 заготовщиков помазков или песка и 1 подвозчика. Каждый затравщик обрабатывает на своем пути все норы сусликов, исключая лишь явно необитаемые.

При уничтожении сусликов хлорпикрином рекомендуется придерживаться следующих норм выработки:

Плотность нор на 1 га	Дневная норма выработки на 1 человека (в га)	Плотность нор на 1 га	Дневная норма выработки на 1 человека (в га)
до 50	4,5	201—300	2,0
51—75	4,0	301—400	1,6
76—100	3,5	401—500	1,3
101—150	3,0	501—700	1,0
151—200	2,5	701—850	0,8

Уничтожение мышевидных грызунов в поле хлорпикрином проводят так же, как и сусликов, такими же дозами хлорпикрина.

Приобретение и применение хлорпикрина производят с разрешения органов милиции и под руководством специалиста.

Хлорпикрин нельзя применять для обеззараживания семенного зерна, семян лесных культур, фуражного зерна и спецфондов.

#### Хлорсмесь

Хлорсмесь представляет собой жидкость, содержащую на 1 часть сероуглерода 2 части четыреххлористого углерода. Ее применяют для газации гороха в ямах против гороховой зерновки из расчета 400—450 г на 1 куб. м ямы при экспозиции в 48 часов, а также для борьбы с сусликами (до 10—15 г на одну нору).

Хлорсмесь обладает меньшей огнеопасностью, чем сероуглерод, однако при работе с ней следует принимать те же меры предосторожности, что и при работе с сероуглеродом.

### Хлортен

Хлортен — новый препарат. Выпускается в виде концентрированной эмульсии, представляющей собой густую маслообразную жидкость темного цвета, содержащую около 65% хлортена. Готовится на веретенном масле 2 или трансформаторном масле (20%) с добавкой 15% эмульгатора — вспомогательного вещества ОП-7 или ОП-10. Является контактным инсектицидом.

Применяется в виде эмульсии против многих вредителей (табл. 32, см. стр. 220).

Рабочая эмульсия из хлортена готовится путем тщательного перемешивания и растирания небольшой навески концентрата с постепенно приливаемыми небольшими порциями воды (1 столовую ложку воды на 500 г препарата). Когда смесь станет сметанообразной, в нее доливают, при постоянном помешивании, воду в количестве, необходимом для получения требуемой концентрации эмульсии.

В борьбе со всеми видами растительноядных клещей, против которых препарат особенно эффективен, а также с плодовой и листогрызущими гусеницами можно применять смесь хлортена с 15%-ным дустом ДДТ. Для приготовления водных суспензий берут на 10 л воды 0,13 кг 15%-ного дуста ДДТ и 0,05—0,1 кг концентрата хлортена.

В комбинации с коллоидной серой, хлор-окисью меди и с нейтральной бордосской жидкостью хлортен может быть использован и для борьбы с болезнями растений.

Препарат ядовит.

Т а б л и ц а 32

Название вредителей	Культура	Расход препарата (в г на 10 л воды)
Свекловичный долгоносик	Сахарная свекла	70—100
Гусеницы младших и средних возрастов кольчатого и непарного шелкопрядов, а также яблонной моли	Яблоня и другие плодовые . . . . .	50—60
Грушевая медяница	Груша . . . . .	50—100
Бурый плодовой клещик	Плодовые . . . . .	50—100
Галловый клещик	Слива . . . . .	100
Сливовая опыленная тля	Слива . . . . .	50
Серебристый и красный клещики	Цитрусовые . . . . .	50—100
Личинки первых возрастов калифорнийской щитовки	Плодовые и другие древесные культуры . . . . .	70—150
Тли	Различные культуры . . . . .	20—50
Личинки крыжовникового пилильщика	Крыжовник . . . . .	40—50
Амбарный долгоносик и мучной клещ (в пустых зернохранилищах)	—	100—200

## СПОСОБЫ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЯН

Семена различных культур протравливают влажным (мокрым), полусухим и сухим способами.

**Влажный способ** применяют для обеззараживания семян зерновых культур от всех видов головни (за исключением пыльной голов-

ни пшеницы и ячменя), а также клубней картофеля, семян овощных культур (томатов, свеклы, моркови, капусты, огурцов) и хлопчатника (против гоммоза).

Для влажного протравливания зерновых культур обычно применяют 40 %-ный формалин, разведенный водой, из расчета 1 часть формалина на 300 частей воды. Если формалин имеет крепость ниже 40 %, то количество воды, необходимое для разведения формалина до крепости рабочего раствора, можно определить по показателям, приведенным в таблице 33.

Т а б л и ц а 33

Крепость формалина (в %)	На 1 часть формалина следует взять частей воды	
	для влажного протравливания	для полусухого протравливания
20	150,0	40
25	187,6	50
30	225,0	60
35	262,5	70
37	277,5	74
39	292,5	78
40	300,0	80

Протравливание формалином семян пшеницы, ржи, овса, ячменя, проса надо проводить непосредственно перед посевом, но не раньше чем за 2—3 дня (самое большое за 5 дней) до посева.

Протравливают семена формалином в специальных машинах АБ-2, «Экстра», ПУМ-1 и других, а там, где этих машин нет, — в кадках, погружая в них 15—20 кг зерна на

3—5 минут в корзинах, обшитых внутри мешковиной, или в обыкновенных мешках. При протравливании зерна в кадках его обязательно перемешивают в растворе формалина; всплывающий при этом сор и головневые мешочки удаляют черпаком и затем сжигают или глубоко закапывают в землю. Корзину или мешок вынимают, дают стечь раствору формалина, зерно высыпает в кучу и немедленно закрывают мешками или брезентом на определенный срок для каждой культуры.

После томления зерно рассыпают тонким слоем под навесом на сквозняке и просушивают до нормальной влажности, при этом его время от времени перелопачивают. Протравленное формалином зерно нельзя сушить на солнце, так как от этого оно значительно теряет всхожесть (до 20% и более).

Семена зерновых культур можно протравливать также путем смачивания раствором формалина. Для этого на полу или брезенте зерно насыпают в продолговатую кучу толщиной около 30 см и смачивают раствором формалина из лейки или опрыскивателя при одновременном перелопачивании. Раствор формалина готовят в день протравливания. Во избежание загрязнения обрабатывать зерно на земле нельзя.

Протравленные семена необходимо оберегать от повторного заражения; для этого лопаты, совки, тару, брезенты, сеялки, места сушки и хранения протравленных семян обязательно смачивают раствором формалина.

Недостаточно просушенные после протравливания семена можно высевать только во влажную почву, так как семена с повышен-

ной влажностью в сухой почве снижают всхожесть.

При протравливании семян хлопчатника (элиты, первой репродукции или яровизированных) берут 1 л 40%-ного формалина на каждые 90 л воды. В том случае, если крепость формалина будет ниже 40%, необходимо при приготовлении рабочего раствора пользоваться таблицей 34.

Т а б л и ц а 3 4

Крепость формалина (в %)	Взять воды (в л) для разведения 1 л формалина	Крепость формалина (в %)	Взять воды (в л) для разведения 1 л формалина
40	90	30	68
39	89	29	66
38	86	28	64
37	84	27	61
36	82	26	59
35	79	25	57
34	77	24	54
33	75	23	52
32	73	22	50
31	70	21	48
		20	46

Протравливание семян хлопчатника проводят непосредственно перед посевом, путем погружения семян в раствор формалина и тщательного перемешивания в растворе в течение 10 минут. После этого семена насыпают на заранее разостланный брезент или мешки, укрывают брезентом или мешками, предварительно обеззараженными таким же раствором формалина, и оставляют на 3 часа для томления. Если во время томления мешки или брезент высыхают, их повторно смачивают раствором формалина. По окончании



томления семена собирают в мешки, заранее обеззараженные раствором формалина (1 : 20), и замачивают водой, после чего семена высевают. Если по каким-либо причинам посев задерживается, протравленные семена рассыпают на обеззараженных брезентах слоем в 4—5 см и просушивают. Кроме ручного способа, семена хлопчатника протравливают с помощью универсальной машины для мокрого протравливания ПУМ-1 путем двукратного пропуска семян через эту машину.

Все семена хлопчатника, кроме элиты, первой репродукции и яровизированных, протравливают раствором формалина в разведении 1 часть 40%-ного формалина на 200 частей воды. В этом случае, если формалин не отвечает стандарту и имеет крепость ниже 40%, количество воды на 1 часть такого формалина берут соответственно меньше (по таблице 35).

Таблица 35

Крепость формалина (в %)	Взять воды (в л) для разведения 1 л формалина	Крепость формалина (в %)	Взять воды (в л) для разведения 1 л формалина
40	200	30	150
39	195	29	145
38	190	28	140
37	185	27	135
36	180	26	130
35	175	25	125
34	170	24	120
33	165	23	115
32	160	22	110
31	155	21	105
		20	100

При протравливании семян хлопчатника формалином в разведении 1 : 200 желательно пользоваться раствором при температуре 20—30°. Погруженные в этот раствор семена тщательно перемешивают в течение 10 минут, после чего их томят 10 часов. Сокращение срока томления понижает эффективность протравливания, а удлинение может вредно отразиться на всхожести семян.

Семена овощных культур протравливают раствором формалина из расчета 1 часть 40%-ного формалина на 100 частей воды (для семян свеклы и томатов — 1 : 300). Мешки из редкой ткани, заполненные овощными семенами не более чем на  $\frac{2}{3}$  объема, погружают в раствор и держат в нем 5 минут (семена томата 15 минут), периодически перемешивая семена для более лучшего смачивания их раствором. После этого вынутый из раствора формалина мешок тщательно отжимают и семена оставляют в мешке, завернув его в чистое полотенце или хорошо покрыв сверху мешком, брезентом, предварительно смоченным в растворе формалина. В таком виде семена томят и после томления сейчас же высевают, иначе они теряют всхожесть.

Семена, протравленные формалином, как правило, хранить нельзя; но если семена не могут быть высеяны после протравливания, их тщательно просушивают до нормальной влажности в чистом, сухом, проветриваемом помещении при температуре 15—20°. Просушенные семена засыпают в чистую, обеззараженную тару и хранят в сухом месте отдельно от непротравленных семян.

Влажный способ протравливания формалином применяют также для обеззараживания (весной) клубней семенного картофеля от порошистой парши и других болезней или в том случае, если на семена идет картофель, имевший значительный отход при хранении.

Для протравливания непроросших клубней применяют раствор из расчета 1 часть 40%-ного формалина на 200 частей воды. Клубни погружают в указанный раствор в корзинах или в ящиках конструкции Грицаева на 3—5 минут, после чего клубни томят в кучах под брезентами или мешками в течение 2 часа.

Проросшие клубни следует протравливать в более слабом растворе формалина (1 часть 40%-ного формалина на 300 частей воды), также с последующим томлением в течение 2 часов.

**Полусухой способ** протравливания применяют для семян овса против обоих видов головни и семян ячменя против твердой головни. При этом способе зерно протравливают в машинах АБ-2, Д-1 или опрыскивают из ранцевых опрыскивателей раствором, приготовленным из 1 части 40%-ного формалина и 80 частей воды. При смачивании из опрыскивателей зерно несколько раз тщательно перелопачивают, немедленно закрывают брезентом или мешками, предварительно смоченными в таком же растворе формалина, и томят в плотно прикрытых кучах в течение 4 часов. Смачивание зерна, его томление и сушку производят на обеззараженном растворе формалина полу или брезенте. После томления зерно перелопачивают для удаления па-

ров формалина. Посев можно производить непросушенными семенами. Семена овощных культур полусухим способом не протравливают.

Семена овса и ячменя протравливают полусухим способом перед посевом, но не раньше чем за 5 дней до их посева. При полусухом, как и при влажном, способе протравливания убиваются зачатки головки на поверхности и под пленкой зерна.

Для полусухого протравливания картофеля берут формалин при разведении 1 : 80. На 1 ц картофеля расходуют 15—20 л такого раствора формалина. Картофель насыпают слоем в один клубень на чистый и обеззараженный пол и опрыскивают раствором формалина из опрыскивателя. На первый слой насыпают второй, который также опрыскивают, и так поступают до тех пор, пока не получится конусообразная куча, основание которой не должно превышать 2 м в диаметре. Смоченный картофель покрывают мешками или соломенными матами, также смоченными формалином, томят 2 часа, просушивают и складывают в обеззараженную тару для доставки к месту посадки.

**Сухой способ** протравливания состоит в опыливание семян порошковидными препаратами. Этим способом протравливают семена пшеницы и ржи против твердой (мокрой) и стеблевой головки, семена льна против фузариоза и других болезней, передающихся семенами, семена кукурузы, клевера и других культур.

Семена перед протравливанием тщательно очищают и доводят до нормальной влажно-

сти. Семена с повышенной влажностью (зерновые выше 17% и семена льна выше 12%) протравливать сухим способом нельзя, так как при этом порошок, скатываясь в комочки, осыпается с семян и не дает хороших результатов.

Очистка зерна после протравливания сухим способом не допускается.

Семена протравливают в машинах «Идеал», АБ-2, ПУМ-1, Д-1, в бочках, смонтированных по типу протравочной машины «Идеал».

Протравливание семян сухим способом в кучах, закромах, ящиках или в непригодных бочках с перелопачиванием зерна лопатами воспрещается.

Семена и сухой протравитель для каждой загрузки отвешивают на весах и засыпают в машину в два приема. Сначала засыпают половинную порцию семян, распределяют равномерно по всей поверхности зерна половину отвешенной дозы протравителя; затем высыпают остальную часть семян и так же, как в первый раз, распределяют по всей поверхности зерна остальное количество протравителя. После этого крышку барабана машины или бочки плотно закрывают и тщательно перемешивают семена, вращая рукоятку в течение 5 минут со скоростью 40—50 оборотов в минуту.

При яровизации семян яровой пшеницы, овса, ячменя надо применять исключительно мокрое протравливание формалином. Протравливание семян при яровизации производят в строгом соответствии со специальной инструкцией.

**ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРИ ПРОТРАВЛИВАНИИ СЕМЯН.  
ОБРАЩЕНИЕ С ПРОТРАВЛЕННЫМИ СЕМЕНАМИ**

Протравливание, или обеззараживание, семян пшеницы, ржи, ячменя, овса, кукурузы, льна, хлопчатника и многих других сельскохозяйственных культур является обязательным мероприятием для предупреждения тех или иных грибных и бактериальных болезней и, следовательно, для получения высокого и здорового урожая.

Для обеззараживания семян зерновых культур от различных видов головни, фузариоза, гельминтоспориоза, семян хлопчатника от гоммоза и других болезней, а также семян других культур колхозы, совхозы и хозяйства научно-исследовательских и опытных организаций в настоящее время широко применяют такие химические средства, как НИУИФ-2 (гранозан), формалин, препарат АБ; в некоторых районах могут быть использованы оставшиеся на местах запасы препаратов, как сулема и НИУИФ-1, особенно для протравливания семян томата и других овощных культур, а также препарата протарс.

Все эти химические средства в той или иной мере являются ядовитыми и, следовательно, опасными для жизни человека, домашних животных и птиц.

Вследствие небрежного обращения с химикатами, а также при случайном употреблении протравленных семян в пищу может произойти отравление людей, иногда со смертельным исходом.

Поэтому при работе с ядами крайне необходимо строго соблюдать меры личной и общественной безопасности.

Случаи отравления при работе с протравителями бывают исключительно в результате несоблюдения установленных мер предосторожности или при преступном их игнорировании.

Отравления могут произойти главным образом при следующих обстоятельствах:

- при неправильном хранении химикатов-протравителей, преимущественно в тех случаях, когда их хранят, вопреки категорическому запрещению, вместе с пищевыми продуктами;

- при совместном хранении протравленных семян с непротравленными;

- при одновременной перевозке химикатов или протравленных семян с непротравленным зерном и другими пищевыми продуктами;

- при перевозке продуктов (особенно незатаренных) на транспортных средствах, которые перед этим использовались для транспортировки протравителей или других химических средств борьбы с вредителями и болезнями растений и не были затем обеззаражены;

- при случайном использовании протравленного зерна на пищевые цели;

- когда не были применены защитные приспособления при отвешивании протравителей и в процессе проведения самого протравливания семян.

Помня о том, что все химикаты-протравители являются сильными ядами для человека, домашних животных и птицы, каждый

соприкасающийся в той или иной мере с ними должен строго соблюдать следующие меры и правила личной и общественной безопасности.

Все химикаты-протравители необходимо перевозить в исправной, достаточно плотной и хорошо закрытой таре.

Лица, производящие протравливание семян, а также соприкасающиеся с химикатами-протравителями, должны быть подробно ознакомлены с ядовитыми свойствами химикатов и протравленных семян и знать меры предосторожности, применяемые при обращении с ними.

Нельзя допускать к работам с препаратами АБ, протарс, сулема, гранозан (НИУИФ-2), НИУИФ-1 беременных и кормящих женщин, а также подростков в возрасте до 16 лет.

Работающие с сухими химикатами-протравителями гранозаном (НИУИФ-2), АБ, протарс могут быть заняты непосредственно на этой работе не более 4 часов в сутки.

Сухое протравливание семян необходимо проводить на открытом месте, на расстоянии не ближе 200 м от жилых и животноводческих построек, зернохранилищ и овоще-плодохранилищ, пастбищ, водоемов, хранилищ фуража и продуктов.

В дождливую погоду протравливать надо под навесом, открытым с боков, а при ветреной погоде сухое протравливание следует проводить таким образом, чтобы пыль химиката-протравителя не относилась ветром на жилые, скотные и иные строения, пастбища, водоемы и т. п.



Лица, проводящие протравливание семян, должны надевать халаты, а при работе с сухими протравителями — также комбинезоны, очки и респираторы. При отсутствии респираторов необходимо рот и нос завязывать повязкой из неплотной материи или марли с прокладкой из ваты.

Все места, где проводится протравливание семян, должны быть обеспечены водой, мылом и полотенцами.

Машины для сухого протравливания, а также приспособленные для этого бочки во время работы должны быть плотно закрыты и не пропускать пыли сухих протравителей.

Категорически запрещается принимать пищу и курить во время протравливания семян.

В обеденный перерыв работающие должны снимать спецодежду.

Семена, протравленные сухими протравителями, надо высевать только машинами, но ни в коем случае не руками.

Протравленные семена следует хранить отдельно от непротравленных и от каких бы то ни было пищевых и фуражных продуктов.

Протравливанию подлежат только семена, предназначенные к высеву в текущем году (весной или осенью).

Отпуск протравленного зерна для посева должен проводиться только по письменному распоряжению председателя колхоза или директора совхоза с точным указанием, кому и сколько следует выдать протравленных семян. Выдача таких семян обязательно оформляется накладной или иным документом.

Запрещается перевозить протравленные семена вместе с непротравленными, а также с какими бы то ни было пищевыми продуктами и фуражом.

Запрещается перевозка протравленных сухими препаратами семян насыпью без тары, и только в виде исключения (при временном отсутствии достаточного количества мешков) допускается перевозка протравленных семян в бестарках, покрытых влажными мешками, брезентом или щитами из досок.

Бестарки, брезент, мешки и щиты из досок после перевозки протравленных семян тщательно моют. Такие мешки и брезент запрещается использовать под пищевые и фуражные продукты.

Категорически запрещается использовать оставшиеся от посева протравленные семена (даже после тщательной отмывки) для пищевых целей, а также на корм скоту и птице. Такие семена при отсутствии площадей для их высева могут передаваться при соответствующей документации другим хозяйствам, у которых не хватило протравленных семян для высева; семена, протравленные АБ, могут храниться в этом же хозяйстве до будущего года.

Категорически запрещается выдавать протравленные семена колхозникам, работникам совхозов и других хозяйств, а также сдавать заготовительным, кооперативным и другим организациям и продавать на рынках.

После выдачи протравленных семян на посев склад тщательно очищают; оказавшийся там мусор вместе с просыпями протравителей и протравленных семян сжигают.

**ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ  
ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ  
И ДРУГИХ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

При обеззараживании зернохранилищ и других складских помещений запрещается производить работы с хлорпикрином, сероуглеродом на расстоянии ближе 50 м от жилых помещений и хозяйственных построек (скотные дворы, птичники, свинарники и пр.), а также работать с сероуглеродом ближе 50 м от железнодорожных путей.

Во время работы с сероуглеродом, а также на территории, где обеззараживаются помещения этим ядом, категорически запрещено курить, разводить огонь, зажигать спички ближе 50 м от обрабатываемого объекта.

При обеззараживании сероуглеродом помещений с электрической проводкой провода перед работой обязательно разъединяют (обрезают) снаружи помещения. Нельзя держать в помещении нагретые металлические предметы, влажную тару, зерно и продукты, находящиеся в состоянии самосогревания.

Запрещена топка печей, как накануне, так и в день производства работ (независимо от вида отопительных систем) в помещении, где будет проводиться окуривание сероуглеродом.

Кузницы, мастерские и другие сооружения, где производится работа с огнем, находящиеся в пределах 50-метровой зоны, на время газации обязательно закрывают.

Перед газацией хлорпикрином и сероуглеродом двери заранее тщательно заклеивают или замазывают, за исключением выходной, которую замазывают сразу же после газации.

При газации сероуглеродом, во избежание взрыва, нельзя забивать двери и окна гвоздями.

Обеззараживаемые помещения с самого начала и до полного окончания работ необходимо круглосуточно охранять. Охрана должна находиться на расстоянии не ближе 20 м от газуемого помещения.

Все работы по вскрытию тары, переливанию ядов и газовому обеззараживанию проводят в противогазах типа БК марки В с желтой коробкой, а также в резиновых перчатках, фартуке с нагрудником. Кроме того, работающие с сероуглеродом должны быть обуты в резиновую обувь.

При откупоривании бочек и другой тары с сероуглеродом не допускаются подогревание пробок и удары по ним, так как может произойти местное нагревание и воспламенение паров этого яда.

Переливать сероуглерод необходимо резиновыми сифонами (засасывание ртом категорически запрещается) на воздухе и при дневном свете. Ведра, в которых разносят этот яд, обязательно покрывают мокрыми тряпками.

Категорически запрещается разбрызгивать сероуглерод из опрыскивателей.

#### **КАК ХРАНИТЬ, ПЕРЕВОЗИТЬ И УЧИТЫВАТЬ РАСХОД ЯДОВ**

При перевозке, погрузке и разгрузке ядов надо строго выполнять следующие основные правила безопасности.

Все яды надо перевозить в исправной, достаточно плотной, хорошо закрытой таре. По-

врежденную или неплотную тару перед погрузкой следует заменить плотной, исправной или устранить повреждения, чтобы яд не мог просыпаться, пропыливаться или выливаться.

Все погрузочные и разгрузочные работы должны выполняться рабочими в защитной одежде и защитных приспособлениях применительно к каждому отдельному виду яда.

Запрещается перевозить яды вместе с пищевыми продуктами.

Повозки или автомашины, на которых перевозят яды, должны быть устланы соломой. После выгрузки яда солому следует сжечь, а автомашину или повозку тщательно обмыть чистой водой.

Перевозить особо опасные яды (цианистые соединения, хлорпикрин и др.) следует с соблюдением установленных предосторожностей и в соответствии с существующими специальными правилами для перевозки этих ядов.

Для хранения больших количеств огнеопасных жидкостей, например дихлорэтана, сероуглерода и других, ядохранилища устраивают на расстоянии не менее 50—100 м от служебных, жилых и хозяйственных (скотных дворов, складов с продовольствием и кормами) строений. Обычно ядохранилища, предназначенные для огнеопасных препаратов, представляют собой ямы разной кубатуры с перекрытием из огнестойких материалов (деревянные же перекрытия покрывают сверху землей слоем не менее 15 см). Такие ядохранилища должны быть опечатаны и постоянно охраняться.

Небольшие количества огнеопасных препаратов для текущего потребления в виде

исключения с разрешения органов милиции и пожарной инспекции допускается хранить на более близком расстоянии от служебных и жилых строений (примерно 50 м), но эти склады ни в коем случае не должны находиться вблизи помещений общественного пользования и, кроме того, они должны быть в каменных зданиях, не имеющих деревянных перекрытий.

Ядохранилища должны быть оснащены громоотводом, не должны иметь телефонной и осветительной сети. Склады должны быть обеспечены противопожарным оборудованием (вид и количество которого устанавливает местная пожарная охрана), а также иметь пожарную сигнализацию и постоянную охрану. Ядохранилища должны иметь хорошую естественную вентиляцию.

Совместное хранение сильно действующих и огнеопасных отравляющих веществ (хлорпикрин, сероуглерод и др.) надо согласовывать с органами милиции.

Кишечные и контактные сильно действующие отравляющие вещества следует хранить на складах, удаленных от других построек (жилых домов, скотных дворов, фуражных и продовольственных складов, птичников и т. п.); порядок их хранения должен быть также согласован с органами милиции.

Хранение химических веществ, не сильно действующих, допускается в любом хорошо запирающемся складе, но также вдали от жилых и хозяйственных строений.

Помещения для хранения ядов должны быть сухими, просторными, с плотными стенами и иметь исправные крыши.

Все яды необходимо хранить в исправной таре, исключающей возможность их усушки или размокания. Тара, в которой находятся яды, должна иметь этикетки с ясным обозначением яда и даты поступления его на склад. Хранение в одном помещении с ядами посторонних предметов, особенно пищевых продуктов, воды, фуража, семян, категорически запрещено.

Хранение ядов поручают определенному лицу, отвечающему за их сохранность (кладовщику или иному лицу). Ответственный за ядохранилище должен хорошо знать порядок и технику хранения ядов и знать все меры предосторожности против отравления сильно действующими веществами.

Отпускают яд со склада по письменному распоряжению руководителя хозяйства, с точным учетом выданного количества яда. Для этого на складе должна быть книга установленного образца для записи прихода и расхода ядов, а также специально предназначенные для ядов весы и совки.

В помещении склада (исключая хранилища воспламеняющихся веществ) должны быть умывальник, мыло и полотенце. На складе категорически воспрещено принимать пищу и курить.

Вокруг хранилища с воспламеняющимися веществами устанавливают охранную зону, которую надо строго охранять. На территории охранной зоны запрещено курить и выполнять какие бы то ни было работы, связанные с применением огня.

Все работы на складе надо проводить в защитной одежде, с обязательным использо-

ванием индивидуальных предохранительных приспособлений (противогазы, респираторы, очки, резиновые перчатки и др.). Категорически запрещен доступ на склад посторонним, лицам в нетрезвом виде, детям, беременным и кормящим женщинам.

При хранении, отпуске, перевозке и использовании ядовитых веществ для борьбы с вредителями и болезнями растений необходимо строго руководствоваться специальными инструкциями.

Ежегодно производится полная инвентаризация ядов с составлением соответствующего акта снятия остатков за подписями руководителя хозяйства и агронома.

Выдает яды со склада кладовщик или заведующий складом в соответствии с планом, утвержденным правлением колхоза. Выдают только тому лицу, которое является ответственным за проведение работ по борьбе с вредителями сельскохозяйственных растений. По окончании рабочего дня неиспользованные яды должны сдавать на склад. Возврат ядов на склады надо также оформлять актом.

Отпуск ядов со склада без веса запрещается. Их отпускают в плотной таре с указанием на ней названия яда и с надписью «Яд». Категорически запрещается отпускать яды в бумажной упаковке, в мешках (кроме мешков, в которых отгружают ядохимикаты с завода) или открытых ящиках. Освободившаяся тара обязательно возвращается на склад. Применение тары из-под яда для хранения питьевой воды, продуктов и фуража воспрещается. Кладовщик или заведующий складом ведет учет этой тары.



Агроном или лицо, выделенное в хозяйстве по организации борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений, должен проинструктировать бригадира или звеньевую, получающих яды, о способах их применения и мерах предосторожности.

Бригадир или звеньевая при получении ядов для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур обязан расписаться в книге, находящейся у кладовщика или заведующего складом, с указанием в ней наименования и количества полученного яда.

При отпуске ядов должна быть исключена всякая возможность распыления, рассыпания и пролива их. Яды, оказавшиеся случайно рассыпанными или пролитыми, должны быть немедленно убраны.

**ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ НЕОТЛОЖНОЙ  
(ДОВРАЧЕБНОЙ) ПОМОЩИ ПРИ ОТРАВЛЕНИЯХ**

При отравлениях, не ожидая прибытия медицинского персонала, пострадавшего надо осторожно уложить на носилки и вынести на свежий воздух.

Быстро освободить от стесняющей его одежды (расстегнуть воротник, пояс и т. д.).

В зависимости от времени года, тепло укрыть одеялом, обложить грелками или бутылками с горячей водой, предварительно завернув их в полотенца или в чистые тряпки во избежание ожогов.

Немедленно вызвать врача, фельдшера или сестру из ближайшего лечебного учреждения (больницы, поликлиники, амбулатории, медицинского пункта).

Срочно перевезти пострадавшего в лечебное учреждение удобным транспортом. До прибытия врача оказать пострадавшему первую помощь в соответствии с нижеследующими указаниями.

Для оказания первой помощи в каждом колхозе и совхозе должен быть специально подготовленный человек и аптечка с необходимым набором медикаментов.

**При острых отравлениях препаратами мышьяка.** 1. Немедленно и обильно промыть же-

лудок раствором жженой. магнезии (20 г на 5 стаканов кипяченой воды) через желудочный зонд, который надо вводить через рот и пищевод в желудок медленно и осторожно.

2. Одновременно поставить клизму из 4—5 стаканов воды комнатной температуры.

3. Давать пострадавшему пить следующий свежеприготовленный раствор: 100 куб. см (пол-стакана) заранее заготовленной водной окиси сернокислого железа развести в 1½ стаканах теплой воды и к этому раствору прибавить растертую смесь из 1—1½ столовых ложек жженой магнезии в 1½ стаканах теплой воды. Всю эту смесь взболтать и давать через каждые 5 минут по одной столовой ложке.

4. Давать пить теплое молоко с белками (в стакан теплого молока прибавить два яичных белка и размешать).

5. Внутривенное введение 25—40%-ного раствора глюкозы в количестве 20 мл с аскорбиновой кислотой (500 мг). Делать капельные клизмы из 5%-ного раствора глюкозы. Физиологический раствор под кожу. Это делает медицинский работник.

6. При падении сердечной деятельности и при общей резкой слабости давать крепкий сладкий чай, крепкий натуральный кофе; обложить больного грелками (бутылками) с горячей водой, завернув их в чистые полотенца или тряпки и положив к ногам и туловищу. Дать сердечные средства (камфара 20%, кофеин 10%). Кислородная терапия.

Все больные с острыми отравлениями подлежат немедленной госпитализации.

**При острых отравлениях фтористым и кремнефтористым натрием 1. Осторожно уло-**

жить больного в постель и дать ему полный покой.

2. Давать пить молоко с яичным белком (в стакане теплого молока размешать два яичных белка) или известковую воду. Вместо известковой воды можно давать пить взвесь чистого мела в теплой воде (столовая ложка мела на стакан теплой воды). Возможно быстрее промыть желудок 1—2%-ным хлористым кальцием или известковой водой с оставлением в желудке 200—300 мл этого раствора; грелка на живот, согревание тела.

3. При ослаблении сердечной деятельности давать крепкий натуральный кофе или чай.

4. При явлениях раздражения конъюнктивы промыть слизистые оболочки глаз 2%-ным раствором двууглекислой соды.

5. Полоскать носоглотку 2%-ным раствором соды и делать щелочную ингаляцию при поражении верхних дыхательных путей.

Госпитализации подлежат все пострадавшие от препаратов мышьяка и фтора, находящиеся в состоянии острого и хронического отравления средней и тяжелой степеней.

**При острых отравлениях анабазином или никотином.** При попадании анабазина или никотина внутрь необходимо промыть желудок водой через желудочный зонд и затем давать пить через каждые 5 минут по столовой ложке раствор таннина (чайную ложку таннина на стакан холодной кипяченой воды) или по 5—10 капель йодной настойки или йод в йодистом калии (йод чистый 0,5 г, йодистый калий 1 г на 2½ стакана воды, давать через час по столовой ложке). При ослаблении сердечной дея-

тельности давать пить крепкий сладкий чай или черный сладкий кофе.

**При отравлении медным купоросом и бордосской жидкостью.**

1. Дать полный покой, согреть область живота; усиленное питание (обильное количество белков, мед, фрукты); нельзя давать жиров (масла, молока и т. д.) и кислот, поэтому запрещаются масляные слабительные. Внутрь жженая магнезия (30 г) или животный уголь 10 г на 100 куб. см. воды.

2. Давать сладкий крепкий натуральный кофе или чай.

3. В качестве слабительных — английская или глауберова соль (одна столовая ложка на стакан кипяченой воды).

**При отравлении препаратами ДДТ и гексахлорана.** 1. Тщательно промыть желудок.

2. Дать слабительное (английскую соль, но не касторовое или иное масло).

3. Дать уретан и, если нужно, для подавления симптомов расстройства нервной системы продолжать прием уретана в течение нескольких дней.

4. При попадании брызг эмульсии ДДТ на кожу немедленно смыть их водой с мылом.

5. При попадании яда в желудочно-кишечный тракт надо немедленно и обильно промыть желудок.

6. Чтобы вызвать рвоту, принимают внутрь 1 %-ный раствор медного купороса (1 столовую ложку на прием) или пьют обыкновенную воду в большом количестве.

7. При сердечной слабости давать внутрь по 15—20 эфирно-валериановых капель на прием.

8. При головных болях — пирамидон по 0,3 г на прием.

9. При кашле — кодеин по 0,015 г на прием.

**При остром отравлении фосфидом цинка.**

1. Немедленное удаление из зараженной атмосферы на свежий воздух.

2. Создать пострадавшему условия полного покоя, согреть его и дать солевое слабительное (25 г сернокислого натрия на прием).

3. Давать длительно вдыхать кислород из кислородной подушки.

4. Давать пить крепкий сладкий чай или черный сладкий кофе и в качестве противоядия давать внутрь 0,1%-ный раствор марганцовокислого калия (150 мл) по столовой ложке через каждые 5—10 минут.

5. Не давать белковой воды, молока, яиц, жиров и касторового масла.

**При отравлении НИУИФ-100 (тиофосом).**

1. При раздражении верхних дыхательных путей давать пить небольшими глотками теплое молоко с пищевой содой (1 чайную ложку соды на стакан молока).

2. Кодеин — 1 таблетку или порошок (0,015 г) на прием.

3. Эфирно-валериановые капли — 15—20 капель на прием.

4. Горчичники или круговые банки на область груди.

5. При попадании в желудок (случайное проглатывание) обильно промыть пострадавшему желудок 1—2%-ным раствором пищевой соды или 2—3%-ной водной взвесью жженой магнезии, или суспензией активированного угля (2 столовые ложки на 1 л воды), или известковой водой. Вызвать искусственную рвоту.

6. При поражении глаз обильно промыть глаза водой, после чего капать 30 %-ный раствор альбумида натрия в глаза, а в тяжелых случаях поражения — закладывать за веко 30 %-ную альбумидную мазь после тщательного промывания водой по указанию медицинского работника.

7. При поражении кожи — влажные повязки из 2 %-ного раствора соды.

**При остром отравлении вофатоксом.** 1. Дать наркотические: 2—3 хлоралгидрата или 50 куб. см 2 %-ного раствора мексала в клизме.

2. При поражении глаз — промыть их чистой кипяченой водой.

3. При раздражении кожи — наложить влажные повязки из 2 %-ного раствора соды.

4. При случайном попадании в желудок — немедленно вызвать искусственную рвоту.

5. При раздражении верхних дыхательных путей дать пить небольшими глотками теплое молоко с пищевой содой (1 чайная ложка на стакан молока), 15—20 капель валериановых и одну таблетку (0,3) кодеина.

Пострадавшему немедленно оказать квалифицированную медицинскую помощь.

**При отравлении сероуглеродом.** 1. Немедленно удалить пострадавшего из отравленной атмосферы на свежий воздух.

2. Давать вдыхать кислород из кислородной подушки, вводить камфару (10—20 %-ную), кофеин (10 %-ный) по 1—2 мл подкожно при болезненных явлениях со стороны сердечно-сосудистой системы.

3. При расстройствах дыхания — лобелин подкожно (0,01 г). При остановке дыхания де-

лать искусственное дыхание на чистом воздухе. Показано также введение 40 %-ного раствора глюкозы (10—20 мл) с аскорбиновой кислотой (200—500 мг) внутривенно. Эти меры осуществляет медицинский работник.

4. Делать холодные обтирания и обливания.

5. При отравлениях через кишечник, кроме указанных средств, необходимо промывать желудок и делать высокую очистительную клизму.

6. Давать крепкий натуральный кофе или чай и пищу, богатую витаминами и белками.

В явных случаях отравления необходима госпитализация и в последующем — санаторно-курортное лечение.

Такие же меры следует принимать при отравлении хлорсмесью.

**При отравлении хлорпикрином.** Мероприятия по оказанию помощи отравленным хлорпикрином разделяются на меры помощи в очаге поражения и вне его.

В очаге поражения. На пострадавшего, находящегося без противогаза в очаге поражения, следует немедленно надеть противогаз, даже если пострадавший испытывает приступ кашля или, кажущееся удушье и боится надеть его. В крайнем случае противогаз надо надеть насильно. Если нет противогаза, необходимо прикрыть нос и рот носовым платком, оторванным куском рубахи или тряпкой, предварительно смочив их водой.

Защитив дыхательные пути, надо немедленно вынести пострадавшего на носилках, на руках или взяв его на спину.

Вне очага поражения. 1. Внести пострадавшего в теплое помещение, снять еще



на носилках одежду, если она пахнет хлорпикрином, затем снять противогаз.

2. Уложить в постель, тепло укрыть. Если пострадавший не может согреться, обложить его грелками, дать немного горячего чаю или горячей воды.

3. Обеспечить полный покой, не доверяя мнимому благополучию. Надо помнить, что охлаждение и всякое движение повышают потребность организма в кислороде и могут пагубно отразиться на здоровье пострадавшего.

4. Следует промыть пострадавшему глаза содовым раствором (1 чайная ложка питьевой соды на стакан теплой воды) или кипяченой водой; голова пострадавшего должна быть запрокинута назад. Следует пополоскать содовым раствором и рот.

5. Категорически запрещается делать искусственное дыхание. Пострадавший не должен вставать или ходить.

6. Оказав первую помощь, надо доставить пострадавшего в больницу на носилках или в санитарной машине (тряска опасна, так как усиливает работу мышц). Если отправка в больницу почему-либо задержалась, надо организовать лечение на дому, давая дышать кислородом из кислородной подушки продолжительное время. Если наступает синюха губ и конечностей, надо продолжать непрерывно давать кислород до полного исчезновения явлений синюхи.

**При отравлении синильной кислотой и ее солями.** 1. Немедленно вынести отравленного из зараженной атмосферы, снять с него одежду.

2. Немедленно давать вдыхать на ватке 3—5 капель амилнитрата или нашатырного

спирта, а еще лучше пропилнитрита (0,5 мл).

3. Обтереть или осторожно обмыть холодной водой затылок и голову.

4. Эффективно внутривенное введение 1%-ного водного раствора метиленовой сини в 25%-ном растворе глюкозы (препарат хромо-смон 50 мл), либо свежеприготовленного 1—2%-ного раствора азотнокислого натрия в количестве 5—10 мл и через 5 минут после этого ввести внутривенно 20 мл 30%-ного гипосульфита натрия. Это выполняет медицинский работник.

5. При ослаблении дыхания или отсутствии последнего следует применять искусственное дыхание. Лучшим способом искусственного дыхания является способ Сильвестра, так как он обеспечивает наибольшую вентиляцию легких. Одновременно необходимо давать дышать кислородом из кислородной подушки. Прекращать искусственное дыхание можно только при наступлении явных признаков смерти. Для возбуждения дыхания следует делать растирание тела холодной водой, льдом. Необходимо применить смесь кислорода с углекислотой (карбоген) и другие возбуждающие дыхательный центр средства (лобелин подкожно 0,01, внутривенно 0,003 или цититон 1 мл подкожно или внутривенно). Эти средства применяет медицинский работник. Они не только восстанавливают дыхание, но и усиливают легочную вентиляцию и тем самым способствуют выведению яда через легкие.

В случае попадания солей синильной кислоты в пищеварительный тракт следует, принимая вышеуказанные меры, энергично про-

мыть желудок раствором марганцовокислого калия (0,04 %-ного), или раствором перекиси водорода (столовую ложку на литр воды), или 2 %-ным раствором питьевой соды, либо немедленно применять рвотные средства (введение под кожу 0,5 мл 1 %-ного раствора апоморфина). Эти мероприятия выполняет медицинский работник.

6. Через каждые 15 минут давать внутрь по столовой ложке раствор сернокислой закиси железа (сернокислое железо 14 г, жженая магнезия 10 г на стакан воды).

Во всех случаях отравления синильной кислотой необходима госпитализация. Пострадавшего перевозят в лежачем положении. Тяжело пострадавшего перевозят для госпитализации лишь после выведения его из бессознательного состояния.

**При отравлении бромистым метилом.** В случае попадания на кожу жидкого метилбромиды необходимо немедленно смыть его водой, а при воспалении кожи срочно обратиться к врачу.

Лучшим противоядием служит сахар. Поэтому перед газацией каждый работающий должен принять 100 г сахара.

В случаях отравления необходимо пострадавшего немедленно удалить из опасной зоны, давать ему вдыхать амилнитрит или нашатырный спирт (3—5 капель на ватке) и немедленно вызвать врача. Давать сладкий горячий кофе, чай, молоко. При ухудшении работы сердца — кофеин.

При ослаблении дыхания производят искусственное дыхание с легким массажем в области сердца; дают кислород с 5 % углекисло-

ты, создают полный физический и душевный покой; ноги согревают грелками (не очень горячими) и немедленно вызывают врача. Врач делает внутривенное вливание 25—40%-ной глюкозы (20—25 мл), дает витамин В<sub>1</sub> (30 мг) и аскорбиновую кислоту (300—500 мг ежедневно, внутривенно).

**При отравлении дихлорэтаном.** 1. Вдыхание кислорода. Немедленный вызов врача.

2. При попадании яда внутрь необходимо немедленное промывание желудка, внутривенное введение раствора 25—40%-ной глюкозы в количестве 20 мл 1—2 раза в сутки с аскорбиновой кислотой в количестве 200—300 мг; вдыхание кислорода; применение сердечно-сосудистых средств (камфара 20%-ная 2 мл; кофеин 10%-ный 1 мг). Это делается медицинским работником.

При остром отравлении необходима госпитализация.

**При отравлении сулемой.** В первые часы после отравления промывать желудок водой с жженой магнезией или животным углем. Через несколько часов после отравления промывать желудок нельзя вследствие опасности разрыва стенок желудка. Давать как можно больше теплого молока, белковой воды (на стакан теплой воды размешать два яичных белка), слизистые отвары. Не давать поваренной соли, так как она повышает растворимость сулемы.

**При отравлении формалином.** 1. Промывание желудка 3%-ным раствором углекислого или уксуснокислого аммония, образующего с формалином неядовитый уротропин.

2. Внутрь — тот же раствор или вода с нашатырно-анисовыми каплями.

3. Давать внутрь обволакивающие — белок, белковую воду, сырые яйца.

**При отравлении препаратами НИУИФ-1 и гранозаном (НИУИФ-2):** 1. Немедленное удаление пострадавшего из зараженной атмосферы на свежий воздух.

2. При отравлении путем поступления яда через рот:

- а) вызвать искусственную рвоту;
- б) давать пить теплое молоко;
- в) давать пить взбитый с водой яичный белок.

3. Тщательно и быстро промыть полость рта водой.

4. Давать пить крепкий сладкий чай и сладкий черный кофе.

**При отравлении октаметилом.** Рекомендуются те же меры помощи, что и при отравлении препаратом НИУИФ-100. Кроме того, при попадании яда внутрь немедленно ввести под кожу 1 мл 0,1 %-ного раствора атропина, а при тяжелых случаях отравления вводят атропин повторно до 0,003 г.

При расстройстве зрения необходимо закапывать в глаза раствор сернокислого атропина, начиная с 0,01 %-ного и доходя, в зависимости от тяжести отравления, до 0,25 %.

**При отравлении меркаптофосом.** При попадании внутрь: 1. Вызвать рвоту. 2. Промыть желудок 2 %-ным раствором питьевой соды. 3. Для обезвреживания яда в желудке дать внутрь 100—150 мл 2 %-ного раствора питьевой соды или 15 %-ной суспензии активированного угля. 4. Солевое слабительное —

25 г сернокислого натрия на прием. 5. Внутрь таблетку белладонны (0,01—0,02 г).

При попадании концентрата на кожу снять концентрат кусочком ваты и обильно промыть тело водой с мылом до получения бесцветной смывной воды.

При попадании яда в глаза обильно промыть их чистой водой, после чего закапать за веко 30%-ный раствор альбуцида натрия.

**При отравлении углекислым барием и хлористым барием.** 1. Вызвать рвоту. 2. Промыть желудок 1%-ным раствором сернокислого натрия. 3. Для нейтрализации яда в желудке дать внутрь 200 мл 10%-ного раствора (20,0 : 200,0) сернокислого натрия (по столовой ложке после каждые пяти минут), а затем вызвать рвоту или промыть желудок. 4. При ослаблении сердечной деятельности напоить больного крепким чаем или кофе.

**При отравлении серной кислотой.** 1. При попадании внутрь немедленно промыть желудок тепловатой водой; но предварительно ввести под кожу (делает медицинский работник) 1 мл 1,5—2%-ного раствора сернокислого морфина или 1 мл 2%-ного раствора пантопона. 2. Нельзя вызывать рвоту, а при обильной кровавой рвоте надо воздержаться от промывания желудка. 3. Глотать кусочки льда и класть лед на живот. 4. Полоскать рот 0,1%-ным раствором марганцовокислого калия или 2%-ным раствором пищевой соды. 5. При попадании на кожу обильно промыть водой и смачивать пораженные участки ее 2%-ным раствором пищевой соды, присыпав затем жженой магнезией или чистым мелом. Для предохранения от инфекции нало-

жить чистую повязку. 6. Немедленно оказать квалифицированную медицинскую помощь.

**При отравлении едким натром и едким калием.** 1. При попадании на кожу обильно промыть водой пораженное место, после чего смочить 1 %-ным раствором уксусной или 2 %-ным раствором борной кислоты или присыпать толченой борной кислотой, наложить повязку для предохранения от инфекции. 2. При попадании в глаза промывать их чистой водой. 3. В случае попадания внутрь те же меры, что и при отравлении серной кислотой. 4. Полоскать рот 2 %-ным раствором борной кислоты.

**При отравлении препаратом АБ.** При попадании внутрь: 1. Вызвать рвоту. 2. Промыть желудок 0,1 %-ным раствором марганцовокислого калия. 3. Дать слабительное (25 г сернокислого натрия на прием). 4. Выпить белковой воды. 5. Давать по столовой ложке 1—2 %-ный раствор танина через каждые 5—10 минут. 6. Положить грелку на живот и согреть все тело. 7. Напоить больного крепким чаем или кофе. 8. Нельзя давать отравленному молоко, жиры и кислую пищу.

Во всех случаях отравления, независимо от благополучного исхода, необходимо обращение к врачу.

**Список инструментов и медикаментов,  
необходимых для оказания первой помощи  
(аптечка)**

Зонды для промывания желудка . . . . .	2 шт.
Воронки стеклянные . . . . .	2 »
Нашатырный спирт . . . . .	50,0 г
Амилнитрит . . . . .	5,0 »
Эфирно-валериановые капли . . . . .	15,0 »
Марганцовокислый калий . . . . .	5,0 »

Жженая магнезия . . . . .	400,0 г
Двууглекислая сода . . . . .	100,0 »
Чистый мел . . . . .	400,0 »
Перекись водорода . . . . .	100,0 »
Водная окись сернокислого железа . . . . .	250,0 »
Йодная настойка . . . . .	15,0 »
Английская или глауберова соль . . . . .	200,0 »
Животный уголь . . . . .	200,0 »
Известковая вода . . . . .	1000,0 »
Таннин . . . . .	20,0 »
Медный купорос (1%-ный раствор) . . . . .	400,0 »
Порошки от головной боли (например, пи- рамидон в таблетках) . . . . .	10,0 »
Порошки от кашля (например, коденн с сахаром в таблетках) . . . . .	5,0 »
Альбумид натрия (30%-ный раствор) . . . . .	20,0 »
Набор банок	
Грелки	

О

П

—

рас  
виг

цен  
ход

вант



258

Таблица 37

## Примерная производительность опрыскивателей и опыливателей

Аппараты и машины	Производительность за 10-часовой рабочий день (в га)				
	сады	виноградники	овощные культуры	полевые культуры	хранилища (в кв. м)
Ручные и ранцевые опрыскиватели					
Пульверизатор «Эконом» Ранцевый пневматический ОРП (бывший «Автомаск»)	0,5—0,7	0,5—0,7	0,75—1,0	1,0	1200—3000 600—960 при работе в одиночку; 1200—1800 при работе сменными бригадами
Бочечный, плунжерный ОБП (бывший «Помона»)	3,0	2,0	3,5 (при работе с распреде- лительной дос- кой)	5,0 (при работе с распреде- лительной дос- кой)	—

9\*

Продолжение

Аппараты и машины	Производительность за 10-часовой рабочий день (в га)				
	сады	виноградники	овощные культуры	полевые культуры	хранилища (в кв. м)

## Конные и конно-моторные опрыскиватели

Одноконный опрыскиватель ОК-5,0 и пароконный опрыскиватель «Зара»	8,0—10,0	4,0—8,0 (в зависимости от возраста насаждений и нормы расхода жидкости)	9,0	12,0	—
Конно-моторный опрыскиватель ОМП-А (бывший «Пионер»)	3,8—12,5	До 14,0 (в зависимости от величины деревьев)	До 14,0	До 14,0 (в зависимости от культуры)	—
Конно-моторный опрыскиватель ОКМ	6,0—7,5	3,8—6,0	6,0—12,0 (в зависимости от культуры)	6,0—12,0	—

259

Аппараты и машины	Производительность за 10-часовой рабочий день (в га)				
	сады	виноградники	овощные культуры	полевые культуры	хранилища (в кв. м)
Тракторные опрыскиватели					
Прицепной опрыскиватель ОТП	3,5—12,0 (в зависимости от нормы расхода жидкости)	6,0—10,0	20,0—30,0 (в зависимости от культуры)	20,0—30,0	—
Навесной опрыскиватель ОА	—	—	До 12,0—15,0	До 10,0—12,0	—
Навесной опрыскиватель ОЛТ	—	18,0—23,0	—	—	—
Ручные и ранцевые опыливатели					
Ручной меховой опыли- тель ОРО	0,3—0,4	0,3—0,4	0,8—1,0	0,8—1,0	—
Опыливатель ранцевый ме- ховой ОРМ (бывший «Тип- топ»)	0,6	0,6	1,0	1,0	—
Опыливатель ручной вен- тиляторный ОР (бывший РВ-3)	0,5—0,7	0,7	1,0	1,0	—

Продолжение

Аппараты и машины	Производительность за 10-часовой рабочий день (в га)				
	сады	виноградники	овощные культуры	полевые культуры	хранилища (в кв. м)
Конные и конно-моторные опыливатели					
Одноконный опыливатель ОКО-1	4,0—5,0	До 5,0	10,0—12,0	10,0—12,0	—
Одноконный прицепной опыливатель ОПК-1А	4,0—5,0	До 5,0	10,0—12,0	10,0—12,0	—
Опыливатель прицепной конно-моторный ОПМ	—	—	11,0—15,0	11,0—15,0	—
(в зависимости от величины растений, культуры и нормы расхода яда)					
Пароконный опыливатель КОП-2 (типа «Ниагара»)	5,0—6,0	До 6,0	12,0—14,0	12,0—14,0	—
Тракторные опыливатели					
Тракторный навесной опыливатель ТН-3	30,0—35,0 (в зависимости от возраста плодовых деревьев и нормы расхода яда)	20,0—25,0	—	—	—

Продолжение

Аппараты и машины	Производительность за 10-часовой рабочий день (в га)				
	сады	виноградники	овощные культуры	полевые культуры	хранилища (в кв. м)

Комбинированные машины  
(опрыскиватели-опыливатели)

Опрыскиватель-опыли- тель ОКС	50,0—75,0 (опыливание)	—	—	30,0—37,5 (опыливание)	—
Опрыскиватель-опыли- тель ОДН	—	—	—	До 7,5 (хлоп- чатник, опы- ливание)	—
Тракторный навесной опы- ливатель-опрыскиватель ОНК	До 2 0,0 (опрыскива- ние), до 50,0 (опыливание)	9,0 (опрыс- кивание), 25,0 (опы- ливание)	—	—	—

Таблица 38

## Примерная производительность машин для протравливания семян

Машина	Производительность в 1 час (в кг)	Число рабочих для обслуживания машины
Машины для протравливания сухими протравителями		
ПСП-0,5 (бывший «Идеал»)	400—600 для пшеницы . . . .	2
«Урожай»	800 для пшеницы . . . . .	3
«Победа»	1500—1800 для пшеницы . .	4—5 в смену
Машины для протравливания жидкими протравителями		
Аппарат Галитовского	До 600 для зерновых . . . . .	2—3
» Козловского	» 400 » » . . . . .	2
Машина Зоностреб «Экстра»	475—1330 для пшеницы	4
	425—1260 » ячменя	
	525—1245 » овса	
	410—900 » проса	
	410—1275 » ржи	
Машина «Гейда»	До 1500 » зерновых . . . .	3
Машины комбинированного действия (для сухого, полусухого и мокрого протравливания)		
Машина АБ-2	1800—2000 для пшеницы . .	4 — при сухом способе протравливания
Машина ПУ-1,0 (бывшая Д-1)	До 1700—пленчатые зерновые	6 — при мокром способе протравливания
	2000—2500 для зерновых . .	То же

**СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА  
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЯДОВ ДЛЯ БОРЬБЫ  
С ГЛАВНЕЙШИМИ ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ**

Название вредителей и болезней	Применяемые яды
<b>I. Различные культуры</b>	
<p><i>Вредители</i></p> <p>Азиатская и марок- ская саранча, прусс (итальянская саранча) и кузнечиковые</p> <p>Суслики (все виды), хомяки и другие вред- ные грызуны</p> <p>Мыши:</p> <p style="padding-left: 40px;">в поле</p> <p style="padding-left: 40px;">в помещениях</p> <p>Проволочники и ложнопроволочники</p> <p>Озимая совка (гусе- ницы)</p> <p>Луговой мотылек (гусеницы)</p> <p>Слизни</p>	<p>Гексахлоран, мышьяковисто- кислый натрий, мышьяковисто- кислый кальций, парижская зе- лень, фтористый натрий, крем- нефтористый натрий, хлориндан</p> <p>Фосфид цинка, хлорпикрин, хлорсмель, цианплав</p> <p>Фосфид цинка, хлорпикрин, мышьяковистокислый натрий, мышьяковистокислый кальций</p> <p>Фосфид цинка, хлорпикрин, мышьяковистокислый кальций, фтористый натрий, кремнефто- ристый натрий, крысид, угле- кислый барий</p> <p>25%-ный дуст гексахлорана на фосфоритной муке, 12%-ный дуст гексахлорана, меркур</p> <p>Гексахлоран, ДДТ, мышья- ковистокислый кальций, мышья- ковистокислый натрий, мышья- ковистокислый кальций, париж- ская зелень, фтористый натрий, кремнефтористый натрий</p> <p>Гексахлоран, ДДТ, хлористый барий, мышьяковистокислый каль- ций, мышьяковистокислый на- трий, парижская зелень, крем- нефтористый натрий, фтористый натрий</p> <p>Железный купорос, известь, калийная соль, суперфосфат</p>

*Продолжение*

Название вредителей и болезней	Применяемые яды
<p>II. Зерновые культуры (озимая и яровая пшеница, рожь, ячмень, овес, кукуруза, просо)</p>	
<i>Вредители</i>	
Клоп-черепашка (вредная черепашка)	ДДТ, вофатокс
Шведская, гессен- ская и другие злако- вые мухи	ДДТ, гексахлоран
Песчаный медляк и кукурузная чернотелка	Мышьяковистокислый натрий
Пьявица и хлебная жужелица	Мышьяковистокислый каль- ций, мышьяковистокислый на- трий, кремнефтористый натрий
<i>Болезни</i>	
Твердая (мокрая, во- нючая) головня пше- ницы и ржи, стебле- вая головня пшеницы и ржи	Гранозан (НИУИФ-2), форма- лин, АБ, протарс, меркуран
Пыльная головня ку- курузы, каменная (твердая) головня яч- меня, пыльная головня овса	Гранозан (НИУИФ-2), форма- лин, АБ, меркуран, протарс
Пыльная головня проса	Гранозан (НИУИФ-2), фор- малин
Гельминтоспориум пшеницы и ячменя, фузариум пшеницы, ржи, ячменя и овса	Гранозан (НИУИФ-2), мерку- ран
Сухая гниль кукуру- зы (диплодиоз)	Гранозан (НИУИФ-2), мер- куран



*Продолжение*

Название вредителей и болезней	Применяемые яды
<b>III. Хлопчатник</b>	
<i>Вредители</i>	
Хлопковая совка, карадрина	Мышьяковистокислый натрий, мышьяковистокислый кальций, мышьяковистокислый кальций, парижская зелень, кремнефтористый натрий, хлористый барий, ДДТ, гексахлоран
Тли	Мыла, никотин-сульфат, анабазин-сульфат, анабадуст, гексахлоран, октаметил, меркаптофос, эфирсульфонат (30%)
Паутинный клещик	Сера молотая, серный концентрат I сорта, серный концентрат II сорта, известково-серный отвар, мыла, октаметил, подмыльные щелока, хлортен, меркаптофос, эфирсульфонат (30%)
<i>Болезни</i>	
Гоммоз и корневая гниль	Формалин, серная кислота, гранозан, НИУИФ-1, трихлорфенолят меди
<b>IV. Сахарная свекла</b>	
<i>Вредители</i>	
Обыкновенный свекловичный долгоносик	Мышьяковистокислый кальций, парижская зелень, фтористый натрий, хлористый барий, полихлориды бензола, ДДТ, гексахлоран, хлортен, хлориндан

<i>Продолжение</i>	
Название вредителей и болезней	Применяемые яды
Свекловичная щитовка	Фтористый натрий, кремнефтористый натрий, ДДТ, гексахлоран
Свекловичный клоп, желтый слепняк, полевой клоп	Никотин-сульфат, анабазин-сульфат, ДДТ, гексахлоран
Свекловичные блохи	Мышьяковокислый кальций, фтористый натрий, кремнефтористый натрий, анабадуст, ДДТ, гексахлоран
Серый свекловичный долгоносик	Мышьяковокислый кальций, фтористый натрий, кремнефтористый натрий, ДДТ, гексахлоран
Луговой мотылек	Мышьяковистокислый натрий, мышьяковокислый кальций, парижская зелень, фтористый натрий, кремнефтористый натрий, хлористый барий, ДДТ, гексахлоран
Тля	Мыла, никотин-сульфат, анабазин-сульфат, анабадуст, ДДТ, гексахлоран
Песчаный медляк	ДДТ, гексахлоран
Свекловичная минирующая моль	ДДТ, гексахлоран
Карадрин	Мышьяковистокислый натрий, фтористый натрий (см. хлопчатник)
Кравчик	Фтористый натрий, ДДТ
Мертвояд	Фтористый натрий, кремнефтористый натрий, ДДТ
Хрущи (майский и июньский)	ДДТ, гексахлоран
<i>Болезни</i>	
Черкоспороз	Бордоская жидкость, АБ, тетраметилтиурамдисульфид

*Продолжение*

Название вредителей и болезней	Применяемые яды
Пероноспороз, муч- нистая роса, ржавчина	Бордосская жидкость, сера, известково-серный отвар, фор- малин
Корнед свеклы, ка- гатная гниль	Известь, гранозан

## V. Лен и конопля

<i>Вредители</i>	
Льняная и конопля- ная блохи	Мышьяковокислый кальций, кремнефтористый натрий, ана- бадуст, ДДТ, гексахлоран
Совка-гамма	Мышьяковокислый кальций, парижская зелень, кремнефто- ристый натрий, хлористый ба- рий, ДДТ, гексахлоран
Льняной трипс	Никотин-сульфат, анабадуст, анабазин-сульфат
<i>Болезни</i>	
Фузариоз льна, кол- летотрихум льна, ас- кохитоз, полиспора	Гранозан (НИУИФ-2) тетра- метилтиурамдисульфид, хлор- окись меди

## VI. Подсолнечник

Кравчик	Мышьяковокислый кальций, кремнефтористый натрий, гра- нозан (НИУИФ-2)
---------	---

*Продолжение*

Название вредителей и болезней	Применяемые яды
-----------------------------------	-----------------

## VII. Табак и махорка

<i>Вредители</i>	
Подгрызающие совки	Мышьяковистокислый натрий, мышьяковистокислый кальций, гексахлоран, парижская зелень Никотин-сульфат, анабазин- сульфат, анабадуст Хлорпикрин
Тли	
Складские вредители семян табака и табач- ного сырья	
<i>Болезни</i>	
Бактериальная рябу- ха, мозаика и др.	Бордосская жидкость

## VIII. Бобовые культуры

<i>Вредители</i>	
Фасолевая зерновка, гороховая зерновка	ДДТ, гексахлоран, хлорпикрин, сероуглерод, дихлорэтан, синильная кислота, нафталин Никотин-сульфат, анабазин-сульфат, анабадуст, мыла
Тля	
Листоно-люцерновый слоник	Мышьяковистокислый кальций, кремнефтористый натрий, ДДТ, гексахлоран
Семяеды-апионы (на клевере)	Фтористый натрий, кремнефтористый натрий, ДДТ, гексахлоран
Жуки-медяки и клу-бенковые долгоносики	Табачная пыль, ДДТ, гексахлоран

*Продолжение*

Название вредителей и болезней	Применяемые яды
Люцерновая совка	Мышьяковокислый кальций, парижская зелень, кремнефто- ристый натрий, хлористый ба- рий, ДДТ, гексахлоран
Гороховые слоники (долгоносики)	Парижская зелень, кремне- фтористый натрий, хлористый барий
<i>Болезни</i>	
Мучнистая роса лю- церны (на высокоцен- ных селекционных сор- тах)	Молотая сера

## IX. Овощные культуры

<i>Вредители</i>	
Огородные блошки, капустная и репная бе- лянки, капустная сов- ка, капустная моль, капустная огневка	Мышьяковистокислый каль- ций, мышьяковокислый каль- ций, парижская зелень, кремне- фтористый натрий, хлористый барий, табачная пыль, никотин- сульфат, анабазин-сульфат, ана- бадуст, ДДТ, гексахлоран, на- фталин
Капустная муха	Кремнефтористый натрий, су- лема, фенол, табачная пыль, анабазин-сульфат, ДДТ, гекса- хлоран, нафталин
Луковая муха	Креолин, анабадуст, ДДТ
Слизни	Железный купорос, известь, калийная соль, суперфосфат
Тли	Мыла, никотин-сульфат, ана- базин-сульфат, анабадуст, ДДТ, гексахлоран

## Продолжение

Название вредителей и болезней	Применяемые яды
Паутинный клещ (на огурцах в закрытом грунте)	Известково-серный отвар, сольбар, карбофос-1
Проволочники	Гексахлоран
Рапсовый цветоед, рапсовый листоед, хренский листоед, горчичные листоеды, гусеницы зонтичной моли, гусеницы бледного лугового мотылька	Мышьяковокислый кальций, парижская зелень, кремнефтористый натрий, анабадуст, ДДТ, гексахлоран
Морковная муха	Нафталин
Табачный трипс на луке	ДДТ
Рапсовый пилильщик	Парижская зелень, ДДТ, хлористый барий
Капустный скрытнохоботник	Анабадуст, ДДТ, гексахлоран
Нематоды	Хлорпикрин, препарат 23
Капустные (крестоцветные) клопы	ДДТ, гексахлоран
<i>Болезни</i>	
Кила капусты	Хлорпикрин, сулема, известь
Черная ножка капусты	Формалин
Ложномучнистая роса капустной рассады	Бордосская жидкость, АБ
Бурая пятнистость плодов и огурцов	Бордосская жидкость, АБ
Белая гниль моркови	Мел
Головня лука	Формалин, известь, смесь серы с известью
Мучнистая роса бахчевых	Сера

<i>Продолжение</i>	
Название вредителей и болезней	Применяемые яды
Белая пятнистость и фитофтора на томатах Бактериальный рак томатов Бель крестоцветных Белая и серая пятнистости листьев баклажанов, аскохитоз на листьях перцев	Бордоская жидкость, АБ Формалин, сулема, гранозан, хлорпикрин Бордоская жидкость Бордоская жидкость

Х. Картофель

<i>Вредители</i> Проволочники Колорадский жук и 28-точечная картофельная коровка	Гексахлоран ДДТ, гексахлоран, хлориндан
<i>Болезни</i> Рак картофеля Фитофтора картофеля Обыкновенная и порошистая парша картофеля	Хлорпикрин Бордоская жидкость, АБ, хлорокись меди Формалин

ХI. Протравливание семян овощных, бахчевых культур, сахарной свеклы

Различные болезни	Формалин, сулема, гранозан, НИУИФ-1, тетраметилтиурамди-сульфид
-------------------	---

*Продолжение*

Название вредителей и болезней	Применяемые яды
-----------------------------------	-----------------

XII. Болезни овощей при хранении,  
обеззараживание теплиц и парников

*Болезни*

Белая гниль, серая гниль, бактериозы, фузариозы	Формалин, известь, хлорная известь, хлорпикрин, креолин, лизол, мел
---	---

XIII. Плодовые насаждения

*Вредители*

Букарка, казарка, яблонный цветоед	Мышьяковокислый кальций, ДДТ
Почковый долгоно- сик, златогузка, не- парный шелкопряд, кольчатый шелкопряд, боярышница, зимняя пяденица, грушевый клопик	Мышьяковокислый кальций, парижская зелень, хлористый барий, гусеничный клей, ДДТ
Яблонная моль	Мышьяковокислый кальций, парижская зелень, хлористый барий, минерально-масляные эмульсии, никотин-сульфат, анабазин-сульфат, ДДТ, гекса- хлоран
Яблонная и сливовая плодожорка	Мышьяковокислый кальций, парижская зелень, гусеничный клей, бетанофтоловые пояса, минерально-масляные эмульсии, ДДТ
Кровяная тля	Никотин-сульфат, анабазин- сульфат, карболинеум



<i>Продолжение</i>	
Название вредителей и болезней	Применяемые яды
Яблонная тля, медяницы	Известково-серный отвар, минерально-масляные эмульсии, эмульсия КЭАМ, мыла, никотин-сульфат, анабазин-сульфат, никодуст, анабадуст, ДДТ, железный купорос, табачный дым, динитроортокрезол, эфирсульфонат (30%), хлориндан
Почковая вертуля	Минерально-масляные эмульсии
Вишневый слизистый пилильщик	Никотин-сульфат, ДДТ
Червецы и щитовки (на яблоне, груше, косточковых и других культурах)	Известково-серный отвар, минерально-масляные эмульсии, карболинеум, анабазин-сульфат, синильная кислота, бромистый метил, ДДТ
Грушевый и другие растительноядные клещики	Анабазин-сульфат, никотин-сульфат, эфирсульфонат (30%-ный), хлортен, НИУИФ-100, меркаптофос
<i>Болезни</i>	
Парша яблони, парша груши, плодовая гниль, серая фруктонная гниль косточковых, белая пятнистость груши, кармашки сливы и другие болезни	Бордоская жидкость, нафтенат меди, медный купорос, известково-серный отвар, железный купорос, динитроортокрезол, хлорокись меди
Мхи и лишайники	Медный купорос, железный купорос
Бактериальный рак плодовых	Медный купорос, сулема, хлорная известь
Краснуха уссурийской сливы	Бордоская жидкость

*Продолжение*

Название вредителей и болезней	Применяемые яды
-----------------------------------	-----------------

## XIV. Ягодники

*Вредители*

Малино-землянич-  
ный долгоносик  
Смородинная и ма-  
линная почковые мо-  
ли, крыжовниковая  
пяденица  
Пилильщик на смо-  
родине, пилильщик на  
крыжовнике  
Крыжовниковая ог-  
невка  
Тли

Малинный жук, ма-  
линный цветоед

Листоеды, блошки  
и другие листогрызу-  
щие насекомые на зем-  
лянике

Кремнефтористый натрий,  
ДДТ

Мышьяковоокислый кальций,  
никотин-сульфат, известково-  
серный отвар, известь, желез-  
ный купорос, ДДТ

Мышьяковоокислый кальций,  
парижская зелень, кремнефто-  
ристый натрий

Никотин-сульфат, анабазин-  
сульфат, ДДТ, гексахлоран

Железный купорос, никотин-  
сульфат, анабазин-сульфат, мы-  
ла, динитроортокрезол

Мышьяковоокислый кальций,  
никотин-сульфат, анабазин-суль-  
фат, ДДТ

Мышьяковоокислый кальций,  
ДДТ

## XV. Виноградники

*Вредители*

Филлоксера

Акариоз, клещики

Хлорпикрин, сероуглерод, ди-  
хлорэтан, кубовые остатки ди-  
хлорэтана, парадихлорбензол,  
полихлориды бензола

Известково-серный отвар,  
мышьяковоокислый кальций, па-  
рижская зелень, хлористый ба-  
рий, гусеничный клей

*Продолжение*

Название вредителей и болезней	Применяемые яды
Виноградные скося- ри, песчаная чернотел- ка и хрущи Гроздевая и двулёт- ная листовёртки (гусе- ницы)	Гексахлоран, парадихлорбен- зол, полихлориды бензола Мышьяковокислый кальций, хлористый барий, никотин-суль- фат, ДДТ
<i>Болезни</i>	
Оидиум	Молотая сера, серные кон- центраты
Мильдью	Бордосская жидкость, АБ, медный купорос, динитрородан- бензол, хлорокись меди
Антракноз	Железный купорос

## XVI. Хмель

Мучнистая роса	Сера молотая, сода кальцини- рованная
----------------	--

XVII. Вредители полевых культур, лесных  
полос и питомников

Краснохвост, дубо- вая листовёртка, лун- ка серебристая, ивовый шелкопряд, волосистая пяденица, ясеневая шпанка, хрущи и др.	Мышьяковистокислый каль- ций, мышьяковокислый каль- ций, парижская зелень, кремне- фтористый натрий, ДДТ, ге- ксахлоран, парадихлорбензол, полихлориды бензола
---	---

XVIII. Вредители зерна и зернопродуктов  
(в период хранения)

Амбарный долгоно- сик, рисовый долгоно- сик и другие склад- ские вредные насеко- мые и клещи	Хлорпикрин, сероуглерод, ди- хлорэтан, синильная кислота, едкий натр, едкий калий, мине- рально-масляный концентрат с оксидифинилом, керосиново-из- вестковые эмульсии
--	---

**ВОЗМОЖНЫЕ, НЕЦЕЛЕСООБРАЗНЫЕ И НЕДОПУСТИМЫЕ  
СМЕШИВАНИЯ ЯДОВ**

	Мышьяковокислый кальций	Мышьяковисто- кислый кальций	Мышьяковисто- кислый натрий	Парижская зелень	Гексахлоран	ДДТ	Хлористый барий	Фтористый натрий	Кремнефтористый натрий	ИСО	Минеральные масла	Карбофос-1	Анабазин-сульфат	Никотин-сульфат	Сера	Хлорокись меди	НИУИФ-100 (тио- фос)	Хлортен	Бордоская жидкость	Мыло	Известь
Мышьяковокис- лый кальций	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	+	0	+	+	+	0	0	0	+	-	+
Мышьяковисто- кислый каль- ций . . . . .	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	+	0	+	+	+	0	0	0	-	-	+
Мышьяковисто- кислый натрий	0	0		0	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	+
Парижская зе- лень . . . . .	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	+	-	+	+	+	-	0	0	+	-	+
Гексахлоран . .	0	0	0	0		+	0	0	0	-	+	0	0	0	+	+	+	+	+	-	-
ДДТ . . . . .	0	0	0	0	+		0	0	0	-	+	+	0	0	+	+	+	+	+	-	-
Хлористый ба- рий . . . . .	0	0	0	0	0	0	0	+	+	-	-	0	-	-	+		0	0	-	-	-

878

Продолжение

	Мышьяковокислый кальций	Мышьяковисто- кислый кальций	Мышьяковисто- кислый натрий	Парижская зелень	Гексахлоран	ДДТ	Хлористый барий	Фтористый натрий	Кремнефтористый натрий	ИСО	Минеральные масла	Карбофос-1	Анабазин-сульфат	Никотин-сульфат	Сера	Хлорокись меди	НИУИФ-100 (тио- фос)	Хлортен	Бордосская жидкость	Мыло	Известь
Фтористый на- трий . . . . .	—	—	—	—	0	0	+		0	—	0	0	—	—	0	0	0	—	—	—	—
Кремнефтори- стый натрий	—	—	—	—	0	0	+	0		—	0	0	—	—	+	+	0	—	—	—	—
ИСО . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	1	+	+	+	+	—	—	+	—	—
Известь . . . .	+	+	+	+	—	—	—	—	—	+	+	1	+	+	+	+	—	—	+	—	—
Минеральные масла . . . . .	+	0	0	+	+	+	—	0	0	0		0	+	+	0	+	0	+	+	+	+
Карбофос 1 . .	0	0	0	0	0	+	0	0	0	—	0		0	0	+	+	0	+	—	—	—
Анабазин-суль- фат . . . . .	+	0	0	+	0	0	—	—	—	+	+	0		0	+	—	0	0	+	+	+
Никотин-суль- фат . . . . .	+	0	0	+	0	0	+	—	—	+	+	0	0		+	—	0	0	+	+	+

## Продолжение

	Мышьяковоокислый кальций	Мышьяковисто- кислый кальций	Мышьяковисто- кислый натрий	Парижская зелень	Гексахлоран	ДДТ	Хлористый барий	Фтористый натрий	Кремнефтористый натрий	ИСО	Минеральные масла	Карбофос-1	Анабазин-сульфат	Никотин-сульфат	Сера	Хлорокись меди	НИУИФ-100 (тио- фос)	Хлортен	Бордосская жидкость	Мыло	Известь
Сера (серный цвет, моло- тая, коллоид- ная) . . . . .	+	0	0	+	+	+	+	0	+	0	0	+	+	+		+	+	+	+	—	+
Хлорокись меди	0	—	—	—	+	+	0	0	+	—	+		0	0	+	+	+	+	—	—	—
НИУИФ-100 (тиофос) . . . . .	0	0	0	0	+	+	0	—	—	—	0	0	0	0	+	+	+	+	—	—	—
Хлортен . . . . .	0	0	0	0	+	+		—	—	—	+	+	0	0	+	+	+	—	—	—	—
Бордосская жид- кость . . . . .	+	—	—	+	—	+	—	—	—	—	+	—	+	+	+	—	—	—	—	—	+
Мыло . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—

279 Примечания. + обозначает — смешивание ядов допустимо; 0 обозначает — смешивание химически допустимо, но нецелесообразно, так как в большинстве своем оно влечет к излишней затрате химикатов и к снижению их эффективности; — обозначает — нельзя смешивать.

**ЧТО НАДО ПОМНИТЬ О ЯДАХ**

1. Нельзя применять ядовитые порошки и жидкости, предварительно не проверив их соответствие техническим условиям стандарта, которые прикладываются заводом к химикату.

2. Во избежание ожогов растений или излишнего расхода яда нельзя применять его сразу в больших масштабах без предварительной проверки рекомендуемой дозировки (нормы расхода яда) на небольшом объеме работы или даже на отдельных растениях.

3. Нельзя нарушать рекомендуемые приемы изготовления ядовитых приманок, смесей, растворов, суспензий и эмульсий.

4. Нельзя опрыскивать и опыливать культурные растения такими ядами, которые рекомендуются только для обработки некультурной растительности.

5. Необходимо строго выполнять меры общественной и личной безопасности при использовании ядов, их хранении и перевозках.

6. Нельзя применять яды для опрыскивания или опыливания растений в периоды, когда насекомые находятся в неуязвимой фазе своего развития (куколка).

7. Нельзя запаздывать с обработкой растений, так как гусеницы и личинки в молодом возрасте поддаются действию ядов легче, чем в старшем.

8. Запрещается обрабатывать ядами растения во время их цветения.

9. Не рекомендуется опыливать и опрыскивать растения в часы солнцепека, в ветреную погоду, перед дождем и во время дождя.

---

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5

10. Нормы, указанные в таблице на стр. 256—257, примерные и могут быть увеличены или уменьшены в зависимости от возраста, густоты и высоты растений, вида вредителя и болезни, степени заражения, времени проведения работ.

---

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5



*ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ БОЛЕЕ УГЛУБЛЕННОГО  
ИЗУЧЕНИЯ МЕР БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ  
И БОЛЕЗНЯМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
РАСТЕНИЙ*

1. Бей-Биенко Г. Я., Богданов-Катков Н. Н., Чигарев Г. А., Щеголев В. Н. Сельскохозяйственная энтомология, Сельхозгиз, 1955.
2. Ефимов А. Л. Справочник по применению ядов для борьбы с вредителями и болезнями растений. 6-е издание. Сельхозгиз, 1956.
3. Пособие по борьбе с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур. 8-е издание под редакцией В. С. Чувахина. Сельхозгиз, 1955.
4. Попова М. Н. и Соболева В. П. Вредители и болезни плодово-ягодных культур. Сельхозгиз, 1955.
5. Савздарг В. Э. Вредители и болезни плодовых и ягодных культур. 2-е издание. Сельхозгиз, 1956.
6. Герасимов Б. А. и Осницкая Е. А. Вредители и болезни овощных культур. 3-е издание. Сельхозгиз, 1955.
7. Попов П. В. Справочник по ядохимикатам. Госхимиздат, 1956.
8. Гар К. А. Химические препараты для защиты растений. Сельхозгиз, 1956.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Химические вещества, применяемые для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений . . . . .	6
АБ . . . . .	13
Анабадуст . . . . .	14
Анабазин-сульфат . . . . .	15
Бетанафтол . . . . .	17
Бордосская жидкость . . . . .	19
Бромистый метил (метилбромид) . . . . .	38
Бургундская жидкость . . . . .	38
Вофатокс (метафос) . . . . .	39
Гексахлоран (ГХЦГ) . . . . .	40
Гексаэтилтетрафосфат . . . . .	49
Гранозан (НИУИФ-2) . . . . .	56
Гусеничный клей . . . . .	56
ДДТ . . . . .	58
Динитроданбензол . . . . .	76
Динитроортокрезол . . . . .	76
Дихлорэтан (ДХЭ) . . . . .	77
Едкий калий . . . . .	83
Едкий натр . . . . .	83
Железный купорос . . . . .	84
Зеленое масло (нефтяное) . . . . .	87
Известково-серный отвар (ИСО) . . . . .	87
Калийная соль . . . . .	90
Карболинеумы . . . . .	91
Карбофос I . . . . .	93
Керосиново-известковые эмульсии . . . . .	94
Керосиново-мыльная эмульсия . . . . .	94
Кремнефтористый натрий . . . . .	95
Креолин . . . . .	96
Крысид . . . . .	101
	283

Кубовые остатки дихлорэтана . . . . .	102
Мазут . . . . .	102
Марганцовокислый калий . . . . .	102
Медный купорос . . . . .	103
Мел . . . . .	104
Меркаптофос . . . . .	105
Меркуран . . . . .	106
Минеральные масла и минеральномазные эмульсии . . . . .	106
Минеральномазый концентрат с оксидифе- нилом . . . . .	126
Мыла . . . . .	128
Мышьяковокислый кальций (арсенат кальция)	129
Мышьяковистокислый кальций (арсенит каль- ция) . . . . .	140
Мышьяковистокислый натрий (арсенит натрия)	140
Нафталин . . . . .	146
Нафтенат меди . . . . .	147
Никодуст . . . . .	149
Никотин-сульфат . . . . .	149
НИУИФ-100 (тиофос) . . . . .	153
Октаметил . . . . .	155
Парадихлорбензол (ПДБ) . . . . .	156
Парижская зелень . . . . .	157
Подмыльные щелока . . . . .	165
Полисульфид бария (сольбар) . . . . .	166
Полихлориды бензола (ПХД) . . . . .	170
Препарат 23 (этиловый эфир — диметилдитио- карбаминовой кислоты) . . . . .	173
Препараты НИУИФ-1 . . . . .	173
Протарс . . . . .	174
Родан . . . . .	175
Свежегашеная известь (пушонка) . . . . .	175
Сера молотая . . . . .	176
Серная кислота . . . . .	180
Сернистый газ . . . . .	181
Серные концентраты . . . . .	182
Сероуглерод . . . . .	182
Смесь дихлорэтана с хлорпикрином . . . . .	187
Синильная кислота и ее соли . . . . .	189
Смесь препаратов НИУИФ-100 и эфиросульфо- ната . . . . .	190
Сода кальцинированная (углекислый натрий) . . . . .	191
Сулема . . . . .	191
Суперфосфат . . . . .	193

Табачная пыль . . . . .	193
Табачный настой . . . . .	195
Тетраметилтиурамдисульфид (ТМТД) . . . . .	195
30%-ный смачивающийся порошок эфир- сульфоната . . . . .	196
Трихлорфенолят меди (20%-ный дуст) . . . . .	197
Углекислый барий . . . . .	198
Фенол (карболовая кислота) . . . . .	199
Формалин . . . . .	200
Фосфид цинка . . . . .	205
Фтористый натрий . . . . .	208
Хлориндан . . . . .	209
Хлористый барий . . . . .	209
Хлорная (белильная) известь . . . . .	211
Хлорокись меди . . . . .	212
Хлорпикрин . . . . .	213
Хлорсмесь . . . . .	218
Хлортен . . . . .	219
Способы протравливания семян . . . . .	220
Правила безопасности при протравливании семян. Обращение с протравленными семенами . . . . .	229
Правила безопасности при обеззараживании зерно- хранилищ и других складских помещений . . . . .	234
Как хранить, перевозить и учитывать расход ядов . . . . .	235
Оказание первой неотложной (доврачебной) помо- щи при отравлениях . . . . .	241
Список медицинских инструментов и медикаментов, необходимых для оказания первой помощи (ап- течка) . . . . .	252
Ориентировочные нормы расхода жидкостей для однократного опрыскивания растений наземными машинами . . . . .	256
Примерная производительность опрыскивателей и опыливателей . . . . .	258
Примерная производительность машин для протрав- ливания семян . . . . .	263
Справочная таблица по применению ядов для борь- бы с главнейшими вредителями и болезнями . . . . .	264
Возможные, нецелесообразные и недопустимые смешивания ядов . . . . .	277
Что надо помнить о ядах . . . . .	280
Литература для более углубленного изучения мер борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяй- ственных растений . . . . .	282

*Ефимов Александр Леонидович*

Краткий справочник по применению ядов  
для борьбы с вредителями и болезнями  
растений

Редактор *А. Т. Румянцев*  
Художник *В. В. Еремин*  
Художественный редактор *Е. И. Вескова*  
Технический редактор *В. М. Деева*  
Корректор *О. Н. Грудзинская*



Сдано в набор 30/XII 1957 г.  
Подписано к печати 21/III 1958 г.  
Т03231. Формат 70×92<sup>1/2</sup><sub>128</sub>. Печ. л. 9  
(10,53). Уч.-изд. л. 10,67. Тираж 45 000 экз.  
Изд. № 120. Заказ № 2. Цена 3 р. 70 к.



Сельхозгиз, Москва, Б-66,  
1-й Басманный пер., д. 3  
20-я типография Московского городского  
совнархоза  
Москва, Ново-Алексеевская, 52

**СКОРО ВЫХОДЯТ ИЗ ПЕЧАТИ КНИГИ:**

Ванин И. И. **Парша яблони и груши.** Сельхозгиз, 2 л. Цена 50 коп. Выход в свет — II квартал 1958 г.

В брошюре описаны биологические особенности возбудителя болезни, его распространение, развитие. Подробно описаны меры борьбы с этой болезнью.

Рассчитана брошюра на агрономов и специалистов по защите растений. Она будет полезна и любителям-садоводам.

Дементьева М. И., канд. с.-х. наук. **Мучнистая роса крыжовника.** Сельхозгиз, 2 л. Цена 50 коп. Выход в свет — II квартал 1958 г.

В брошюре на основе наблюдений автора, а также литературных данных (советских и зарубежных) описываются биологические особенности возбудителя болезни и меры борьбы с ним. Кроме того, подробно рассказано о влиянии агротехнических приемов на устойчивость растений к заболеванию.

Рассчитана брошюра на агрономов и специалистов по защите растений. Она будет полезна и садоводам-любителям.

Попова М. П. **Крыжовниковая огневка.** Сельхозгиз, 2 л. Цена 50 коп. Выход в свет — II квартал 1958 г.

Гусеницы огневки повреждают ягоды крыжовника и смородины, выгрызая в них семена и частично мякоть.

В брошюре подробно описаны биологические особенности вредителя, комплекс мероприятий по борьбе с огневкой.

Рассчитана брошюра на агрономов и специалистов по защите растений. Она будет полезна и любителям-садоводам.

Савздарг Э. Э., проф. **Земляничный клещ.** Сельхозгиз, 3 л. Цена 75 коп. Выход в свет — II квартал 1958 г.

Земляничный клещ — самый опасный вредитель земляники. Повреждаемые им растения часто не дают урожая.

В брошюре на основе многолетних исследований автора и литературных данных освещены биологические особенности земляничного клеща и пути планового оздоровления насаждений от этого вредителя. Рассчитана брошюра на агрономов и специалистов по защите растений.

Чугунин Я. В., проф. Непарный шелкопряд. Сельхозгиз, 2 л. Цена 50 коп. Выход в свет — II квартал 1958 г.

Непарный шелкопряд, периодически появляющийся в массовых количествах, повреждает сады, леса и парки. Если вовремя не принять необходимых мер борьбы с ним, то насаждения будут повреждены на огромной территории. В частности, такая опасность угрожает в 1958 г. садам, лесам и паркам ряда центральных областей.

В брошюре описываются биологические особенности непарного шелкопряда, факторы, влияющие на его размножение, повреждаемость растений и т. д. Подробно изложены мероприятия, применяемые для уничтожения вредителя.

Рассчитана брошюра на агрономов и специалистов по защите растений. Она будет полезна и любителям-садоводам.

\* \* \*

*Книги продаются в магазинах книоторгов и потребительской кооперации, а также высылаются по почте наложенным платежом отделами «Книга—почтой» республиканских, краевых и областных книоторгов.*

*Покупайте книги, выпущенные Государственным издательством сельскохозяйственной литературы!*

---

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5

*[Handwritten signature]*  
Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5



Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5

STAT

**Page Denied**

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5

Зр:70к.

Сельхозгиз. 1958

*В. И. Пролыгин*

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ  
И МОНТАЖ  
СУДОВОЙ  
ВЕНТИЛЯЦИИ**

**СУДПРОМГИЗ**

**1957**

В. И. ПРОЛЫГИН

# ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ СОЮЗНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
Ленинград  
1957

В книге рассматриваются вопросы технологии изготовления и монтажа труб системы судовой вентиляции. Излагаются основные понятия о назначении судовой вентиляции, о применяемых для ее изготовления материалах, арматуре и оборудовании.

Книга предназначена для повышения квалификации рабочих и бригадиров, работающих по изготовлению и монтажу судовой вентиляции, а также для мастеров-судостроителей.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	6
<b>Глава I. Назначение и устройство судовой вентиляции</b>	
§ 1. Общие понятия о назначении судовой вентиляции . . . . .	7
§ 2. Принцип действия судовой вентиляции . . . . .	10
§ 3. Вентиляторы, теплообменные аппараты и вентиляционная арматура . . . . .	15
§ 4. Группы систем судовой вентиляции . . . . .	27
<b>Глава II. Техническая документация для выполнения работ по судовой вентиляции</b>	
§ 5. Чертежи судовой вентиляции . . . . .	30
§ 6. Общие понятия о комплектовочной ведомости, технических условиях, технологических процессах и инструкциях . . . . .	36
<b>Глава III. Оборудование заготовительных участков и операции обработки металла</b>	
§ 7. Предварительная правка металла . . . . .	46
§ 8. Разметка и разметочный инструмент . . . . .	48
§ 9. Резка металла . . . . .	50
§ 10. Штамповка . . . . .	54
§ 11. Гибка . . . . .	56
§ 12. Сверление, зенкование и нарезание резьбы . . . . .	59
§ 13. Клепка . . . . .	63
<b>Глава IV. Материалы, применяемые при изготовлении труб и арматуры судовой вентиляции</b>	
§ 14. Основные понятия о механических свойствах металлов . . . . .	66
§ 15. Основные свойства сталей, применяемых при работах по вентиляции . . . . .	71

	Стр.
§ 16. Сортовая фасонная и тонколистовая сталь . . . . .	73
§ 17. Цветные металлы и их сплавы . . . . .	78
§ 18. Свариваемость металлов . . . . .	79
§ 19. Вспомогательные материалы . . . . .	80
§ 20. Крепежные изделия . . . . .	82
<b>Глава V. Технология изготовления труб вентиляции</b>	
§ 21. Основные требования, предъявляемые к воздуховодам . . . . .	85
§ 22. Изготовление и монтаж вентиляционных каналов . . . . .	89
§ 23. Допуски и припуски, применяемые при изготовлении труб вентиляции . . . . .	93
§ 24. Изготовление фланцев . . . . .	96
§ 25. Изготовление вентиляционных стаканов и полустаканов . . . . .	99
§ 26. Разметка деталей вентиляционных трубопроводов . . . . .	101
§ 27. Разметка деталей труб по замерам с места, макетам и эта- лонным трубам . . . . .	124
§ 28. Заготовка деталей и сборка труб под сварку . . . . .	127
§ 29. Сварка труб вентиляции . . . . .	131
§ 30. Деформация при сварке и правка труб . . . . .	141
§ 31. Сборка труб с фланцами . . . . .	144
§ 32. Изготовление труб вентиляции при крупносерийном про- изводстве . . . . .	147
<b>Глава VI. Монтаж вентиляции</b>	
§ 33. Установка арматуры и доизоляционных изделий системы вентиляции . . . . .	150
§ 34. Установка электровентиляторов . . . . .	153
§ 35. Крепление труб . . . . .	155
§ 36. Общие указания и предварительный монтаж труб судовой вентиляции . . . . .	158
§ 37. Окончательная обработка труб . . . . .	165
§ 38. Монтаж трубопроводов . . . . .	166
§ 39. Установка концевой арматуры . . . . .	169
§ 40. Испытание судовой вентиляции . . . . .	171

Стр:

**Глава VII. Организация работ по изготовлению и монтажу судовой  
вентиляции**

§ 41. Общие принципы организации работ . . . . .	180
§ 42. Организация цеха и участка . . . . .	182
§ 43. Организация труда и рабочего места . . . . .	—
§ 44. Нормирование работ . . . . .	183
§ 45. Техника безопасности на работах по судовой вентиляции . .	184
<b>Литература . . . . .</b>	<b>186</b>



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Коммунистическая партия и Советское правительство поставили перед судостроителями задачу — увеличить в шестой пятилетке выпуск транспортных, технических и промысловых судов для морского и речного флотов.

Судостроительная промышленность СССР непрерывно совершенствуется на базе новейших достижений науки и техники. В творческом содружестве ученых и новаторов производства рождается прогрессивная технология.

В процессе оборудования помещений судна работы по изготовлению воздухопроводов и монтажу судовой вентиляции занимают значительный объем и требуют специальной подготовки слесарей-судосборщиков. Однако до настоящего времени этот вид работ не нашел должного освещения в технической литературе, что затрудняет подготовку рабочих кадров специалистов данного профиля.

Книга является попыткой систематизировать имеющийся материал, необходимый для подготовки указанных специалистов.

Автор с благодарностью примет критические замечания по этой книге.

---

## ГЛАВА I

## НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

## § 1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ЗНАЧЕНИИ СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Без воздуха невозможна жизнь. От его состава зависит самочувствие, работоспособность и здоровье человека.

Нормальный атмосферный воздух является механической смесью нескольких газов и водяных паров.

Основные составные части сухого воздуха приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Составные части сухого воздуха

Наименование	Содержание в %	
	по объему	по весу
Азот . . . . .	78,13	75,55
Кислород . . . . .	20,90	23,10
Углекислый газ . . . . .	0,03	0,05
Прочие газы . . . . .	0,94	1,30
Итого . . . . .	100,0	100,0

Содержание водяного пара в воздухе, т. е. влажность, может меняться в зависимости от погоды в пределах от 0,4 до 1,2% по объему. Чем выше температура воздуха, тем больше водяных паров может раствориться в нем до полного насыщения его влагой.

Содержание водяного пара в 1 м<sup>3</sup> воздуха при нормальном атмосферном давлении, в зависимости от температуры, приведено в табл. 2.

При данной температуре воздух может содержать строго определенное количество влаги.

Если насыщенный воздух охладить, то часть водяных паров выделится из него (конденсируется) в виде мельчайших капелек воды (росы). Обычно воздух не бывает насыщенным и содержит

Таблица 2

## Содержание водяного пара в воздухе

Температура в °С	Содержание водяного пара в 1 м³ воздуха при полном насыщении	Температура в °С	Содержание водяного пара в 1 м³ воздуха при полном насыщении
-20	1,1	+10	9,4
-15	1,6	+15	12,8
-10	2,3	+20	17,2
- 5	3,4	+25	22,9
0	4,9	+30	30,1
+ 5	6,8		

меньше водяных паров, чем он мог бы растворить до полного насыщения при данной температуре. Если весовое количество водяных паров ( $A$ ), фактически содержащихся в 1 м³ воздуха при данной температуре, разделить на то количество водяных паров, которое содержалось бы в 1 м³ при той же температуре, но при полном его насыщении ( $B$ ), и результат умножить на 100, то

$$\epsilon = \frac{A}{B} \cdot 100.$$

Полученное отношение выражает относительную влажность воздуха в процентах.

Например, в 1 м³ воздуха при температуре 0°С содержится паров воды 2,3 г, а при полном насыщении его содержалось бы 4,9 г. Относительная влажность воздуха в данном случае равна

$$\frac{2,3}{4,9} \times 100 = 46,94\%.$$

Величина относительной влажности влияет на состояние человеческого организма.

Кроме водяного пара, в воздухе могут находиться посторонние примеси: пыль, вредные газы, пары различных веществ и микроорганизмы.

Для дыхания человека нужен чистый воздух, имеющий соответствующую влажность, температуру и давление.

Воздух в судовых помещениях вследствие загрязнения его пылью и газами, чрезмерного повышения или понижения влажности и температуры становится непригодным для дыхания; он оказывает также вредное влияние на механизмы, приборы и грузы.

При физической работе организм взрослого человека за 1 час выделяет 45 л углекислого газа, около 130 г влаги и большое количество тепла. Углекислый газ, выделяемый при дыхании, вреден для человеческого организма.

Влажность воздуха в судовых помещениях увеличивается за счет различных испарений, а также неплотностей в корпусе и трубопроводах.

В помещениях для хранения топлива всегда выделяются пары и газы, которые могут образовать с воздухом вредные и взрывоопасные смеси. В помещениях, где имеются аккумуляторные батареи, выделяется водород, который вреден для человека, а в количестве 4% и более, в смеси с воздухом, взрывоопасен.

Машины, механизмы, аппараты трубопроводов, имеющиеся на судах, выделяют много тепла. В то же время некоторые механизмы и машины при повышенных температурах не могут работать нормально.

На судах советского флота созданию нормальных и безопасных условий для работы команды уделяется особое внимание.

Чистота, нормальная температура воздуха обеспечиваются, главным образом, вентиляцией. Создаваемый при помощи вентиляции обмен воздуха обеспечивает также необходимую атмосферу для правильной работы механизмов, для хранения грузов и продуктов.

В целях создания личному составу и пассажирам наилучших условий на современных судах существует система кондиционирования воздуха, позволяющая поддерживать в помещениях требуемое качество его (температура и влажность) независимо от состояния наружного атмосферного воздуха. Кондиционирование воздуха является дальнейшим развитием системы вентиляции.

Сеть специальных трубопроводов с арматурой, механизмами, аппаратами и приборами, обеспечивающих нормальную вентиляцию, называется системой судовой вентиляции.

Система судовой вентиляции должна: осуществлять замену испорченного воздуха свежим; понижать в помещениях температуру до нормальной; защищать помещения от проникновения из окружающего пространства вредных, дурно пахнущих и взрывоопасных газов; поддерживать нужную температуру в помещениях с заданным температурным режимом; удалять газы, выделяемые приборами и аппаратами, а также жидким и твердым топливом; освежать воздух в грузовых трюмах для сохранения перевозимых продуктов и грузов.

При вентиляции и кондиционировании свежий воздух, как правило, забирается из атмосферы. В тех же случаях, когда нет подобной возможности, применяется система регенерации — восстановления воздуха.

Регенерация воздуха осуществляется путем поглощения газа специальными реактивами и добавлением кислорода из особого трубопровода.

Системы регенерации сложны и дороги по устройству, а поэтому на судах, имеющих достаточное количество атмосферного воздуха, не применяются.

## § 2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

В зависимости от принципа действия вентиляция может быть естественной и искусственной.

При естественной вентиляции воздухообмен происходит за счет разности веса холодного наружного воздуха и теплого воздуха помещения, а также за счет использования силы ветра. Холодный воздух тяжелее теплого. Наружный холодный воздух через различные неплотности, открытые иллюминаторы, двери или спе-

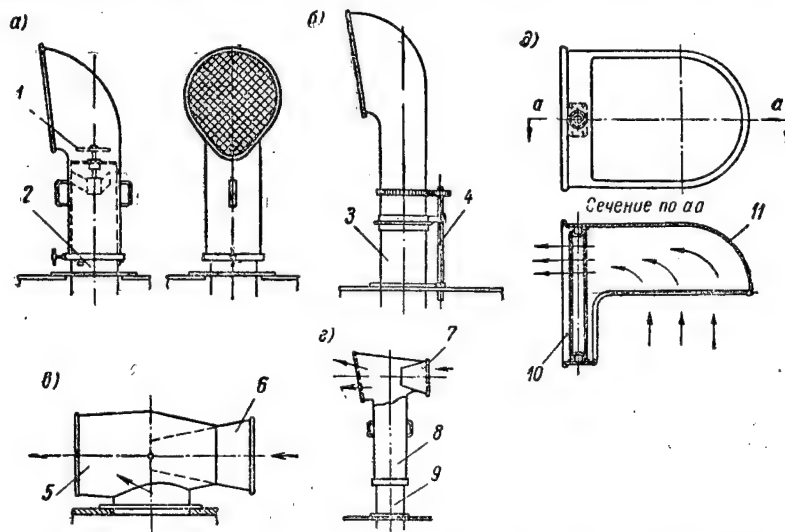


Рис. 1. Вентиляционная арматура: а — дефлекторная головка; б — дефлекторная головка с приводом; в — вытяжная эжекционная настенная головка; г — вытяжная эжекционная поворотная головка; д — ветролов иллюминаторный.

1 — штормовая крышка; 2, 3 и 9 — комингсы; 4 — привод; 5 и 11 — корпуса; 6 и 7 — малые конусы; 8 — труба; 10 — ручка.

циальные проходы будет проникать внутрь помещения. Одновременно теплый воздух будет вытесняться из помещения через различные отверстия в верхней части помещения.

Другим побудителем движения воздуха при естественной вентиляции является ветер. Если на пути своего движения ветер встречает препятствие, например стенку рубки, то у ее наружной стенки с наветренной стороны возникает повышенное давление, а с подветренной стороны — пониженное давление. Эта разность давлений используется для вентиляции помещений посредством дефлекторов и эжекционных головок.

Дефлекторы (рис. 1, а) могут использоваться как для приточной, так и для вытяжной вентиляции. Обычно они устанавливаются и могут поворачиваться на комингсах (рис. 1, б). Комингсом в данном случае называют стальной патрубок, к нижней ча-

сти которого приварены опорные коротыши, служащие для удержания дефлектора. Комингсы снабжаются штормовыми крышками, которые плотно прижимаются к их торцам и крепятся винтом, ввинчиваемым в приваренный внутри комингса кронштейн.

Дефлектор представляет собой цилиндрическую трубу с верхней открытой частью, загнутой в сторону. Если дефлектор установить отверстием против направления движения воздуха (или в нос судна при его движении), то в отверстие будут прорываться потоки воздуха. Снижая скорость, воздушные потоки создают напор, используемый для приточной вентиляции. Если же дефлектор установить отверстием по направлению движения воздуха, то оно окажется в зоне разрежения воздуха и будет работать как вытяжной вентилятор.

Для вентиляции помещения при различных направлениях ветра к ходу судна дефлекторы поворачиваются на  $360^\circ$ .

С целью увеличения эффективности вытяжной вентиляции применяются эжекционные настенные (рис. 1, в) и поворотные (рис. 1, г) головки.

Головка состоит из двух конусов. Эжекционная головка устанавливается так, чтобы малый конус располагался против направления движения воздуха. Воздух, выходя с повышенной скоростью из узкого конца малого конуса, создает разрежение и вытягивает (эжектирует) воздух из вертикальной трубы, соединенной с вентилируемым помещением.

Настенные эжекционные головки устанавливаются на бортовых стенках надстроек.

Вращающиеся вытяжные эжекционные головки ставятся на комингсы и обеспечивают удаление воздуха при любом направлении ветра.

Все дефлекторы и эжекторы обычно изготавливаются из листовой стали и выполняются сварными. Открытая часть дефлектора затянута предохранительной сеткой для защиты воздухопровода от попадания в него мусора. Эжекторы, обеспечивающие аккумуляторные помещения и насосные отделения с нефтеперекачивающими насосами, должны иметь огневые предохранители — латунные сетки с числом ячеек не менее 144 на  $1\text{ см}^2$ .

Обычно дефлекторы ставятся в наиболее высоких местах, не заливаемых водой во время шторма.

Для вентиляции кают, имеющих иллюминаторы, в летнее время применяются так называемые ветроловы.

Ветролов (рис. 1, д) представляет собой металлический цилиндр, имеющий вырез с одной стороны и отверстие со стороны торца. Внутри ветролова прикрепляется ручка из трубки для удобства установки его в иллюминатор.

Ветролов вставляется в иллюминатор так, чтобы его корпус находился снаружи, а открытая часть была направлена навстречу ветру. При этом струя воздуха попадет в ветролов и, изменив

свое направление на 90° по радиусу сферы ветролова, направится через торцевую часть в каюту.

Эффективность действия естественной вентиляции зависит от погоды и времени года, а поэтому не всегда может обеспечить необходимое число смен воздуха в помещении, т. е. необходимую кратность воздухообмена.

Естественная вентиляция широко используется на речных и небольших морских судах, а также в тех корабельных помещениях, где не требуется усиленного обмена воздуха или где этот обмен может обеспечиваться за счет больших площадей отверстий (например, в отдельных каютах, пассажирских помещениях, на верхних палубах, в машинных отделениях с большими люками).

Ограниченное применение естественной вентиляции объясняется трудностью обеспечения интенсивного воздухообмена и точного его регулирования вне зависимости от скорости судна и ветра. Палубы и платформы при этом загромождаются дефлекторами и воздуховодами большого сечения. Установки для естественной вентиляции не гарантируют от попадания через них брызг волн и воды в помещения.

Для судовых помещений, где требуется постоянная интенсивная и равномерная подача свежего воздуха, применяется искусственная или механическая вентиляция. Такое название носит вентиляция, при которой перемещение воздуха производится под влиянием напора, создаваемого вентилятором. При искусственной вентиляции можно подавать свежий воздух, соответствующим образом подготовленный (осуществлять приток), в любое помещение и удалять загрязненный воздух (осуществлять вытяжку) из любого помещения в необходимом объеме и при нужной скорости.

Системы вентиляции, которые подают воздух в помещение и нагнетают его под напором, создаваемым вентилятором, называются приточными.

Системы, удаляющие воздух из помещения, называются вытяжными; они работают на всасывании, т. е. находятся под разрежением.

Естественная и искусственная вентиляция может быть приточной, вытяжной и приточно-вытяжной.

Приточная вентиляция подает свежий воздух, создавая нужный напор воздуха в помещениях. Испорченный же воздух вытесняется из помещения через различные неплотности. При этом свежий воздух можно нагревать, охлаждать, увлажнять и осушать.

Вытяжная вентиляция удаляет негодный воздух из помещения, а свежий воздух входит в помещение через неплотности.

Приточно-вытяжная вентиляция представляет комбинацию двух предыдущих типов; в одном и том же помеще-

нии воздух поступает через приточную, а удаляется через вытяжную систему. Приточно-вытяжная вентиляция позволяет создать усиленный обмен воздуха, а также направить его поток в нужном направлении, что дает наибольший эффект.

Принцип устройства и работы искусственной приточной вентиляции (рис. 2, а) состоит в следующем: при работе электро-

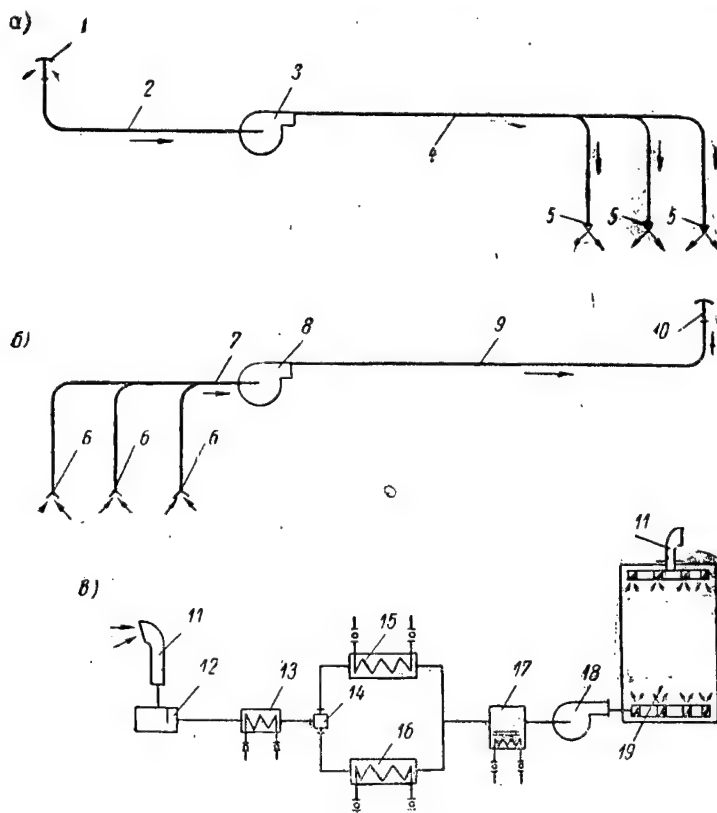


Рис. 2. Общие схемы системы вентиляции и кондиционирования воздуха: а — приточная вентиляция; б — вытяжная вентиляция; в — система кондиционирования.

1 и 10 — грибовидные головки; 2 — воздухоприемный канал; 3, 8 и 18 — электровентиляторы; 4 — распределительный воздуховод; 5 и 6 — трубы; 7 — всасывающий воздуховод; 9 — отводящий воздуховод; 11 — диффузорные головки; 12 — фильтр; 13 — осушитель; 14 — вентиль; 15 — воздухоподогреватель; 16 — воздухоохладитель; 17 — увлажнитель; 19 — вентилируемое помещение.

вентилятора на его всасывающем патрубке создается разрежение, а на выходном — напор. Вследствие этого свежий воздух под действием атмосферного давления через грибовидную головку поступает по воздухоприемному каналу к электровентилятору. От



выходного патрубка электровентилятора воздух, под напором, по распределительному воздухопроводу и через концевые раструбы поступает в соответствующие помещения.

На участке воздуховода от грибовидной головки до электровентилятора существует разрежение воздуха, другими словами, его давление меньше атмосферного (так называемое отрицательное давление).

Величина разрежения по длине всасывающего воздуховода изменяется; наибольшее разрежение образуется у всасывающего патрубка электровентилятора, а наименьшее — у грибовидной головки.

В приточной части установки существует положительное давление воздуха (напор); наибольшее — у входного патрубка электровентилятора и наименьшее — у выходных отверстий раструбов.

При искусственной вытяжной вентиляции (рис. 2, б) к всасывающему патрубку электровентилятора присоединяется воздухопровод с раструбами, которые размещаются в таких местах или помещениях, откуда необходимо удалять испорченный воздух. Так как у всасывающего патрубка электровентилятора при его работе создается разрежение, то через раструбы по всасывающему воздухопроводу воздух устремляется к электровентилятору. От выходного патрубка электровентилятора, под напором, по отводящему воздухопроводу через грибовидную головку воздух выбрасывается в атмосферу.

Система кондиционирования воздуха (рис. 2, в) является совмещением системы вентиляции и тепловой обработки воздуха.

Воздух, поступающий из атмосферы в систему кондиционирования, в зависимости от необходимости можно очищать, подогревать, охлаждать, осушать или увлажнять.

При работе электровентилятора атмосферный воздух через дефлекторную головку поступает в фильтр, где очищается от пыли. Одновременно фильтр улавливает воду, попадающую через решетки или дефлекторы при сильном волнении.

Из фильтра воздух попадает в осушитель, где он проходит между холодными трубками и освобождается от излишней влаги. Охлаждение трубок достигается прокачиванием через них холодной воды. При соприкосновении с холодными трубками воздух охлаждается; излишняя влага оседает на трубках в виде росы и стекает в нижнюю часть осушителя, откуда удаляется за борт.

Если воздух необходимо нагреть, его направляют в воздухонагреватель, а если охладить — в воздухоохладитель. Переключение подачи воздуха производится с помощью вентиля. Для насыщения воздуха до нормальной влажности его пропускают через увлажнитель.

От электровентилятора воздух под напором подается в помещение и через систему решеток или раструбов равномерно распределяется по нему. Воздух, находившийся в помещении, вытес-

няется в атмосферу через дефлекторную головку. Для обеспечения равномерного перемещения воздуха приточные и вытяжные решетки или раструбы располагаются на противоположных переборках помещения.

В современных системах кондиционирования все процессы обработки воздуха регулируются и управляются автоматически.

### § 3. ВЕНТИЛЯТОРЫ, ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ И ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ АРМАТУРА

Для правильного выполнения работ по изготовлению и монтажу различных систем судовой вентиляции нужно знать ее составные части.

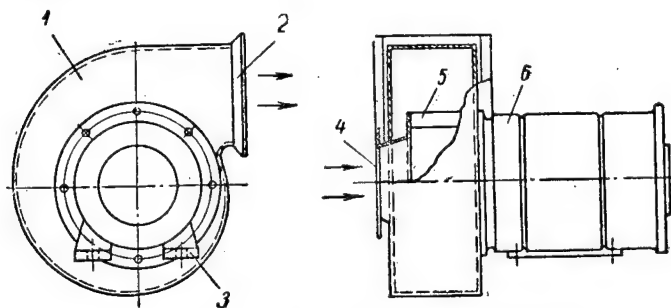


Рис. 3. Центробежный электровентилятор.

1 — кожух; 2 — нагнетательный патрубок; 3 — лопасти; 4 — приемный патрубок; 5 — лопастное колесо; 6 — электродвигатель.

В любой системе искусственной вентиляции необходим вентилятор — воздухоудная машина, которая перемещает воздух по воздуховодам.

Вентиляторы бывают центробежные и осевые. В системе судовой вентиляции применяются центробежные вентиляторы.

Устройство центробежного вентилятора судового типа показано на рис. 3. Спиральный кожух вентилятора на болтах прикреплен к фланцу электродвигателя. Внутри кожуха имеется лопастное колесо, насаженное на вал электродвигателя.

При вращении колеса (в направлении разворачивания улитки кожуха) лопасти захватывают воздух из приемного патрубка и отбрасывают его к периферии кожуха, откуда он выходит в нагнетательный патрубок.

Кожух вентилятора обычно изготавливается сварным из листовой стали, а лопастное колесо — из стали или легких алюминиевых сплавов, что облегчает его вес и балансировку.

Число оборотов мотора электровентилятора равно 300—2500 об/мин. Электровентиляторы устанавливаются на специальные фундаменты с амортизирующими прокладками.

Работоспособность вентиляторов характеризуется их производительностью и напором. Под производительностью в данном случае понимается способность вентилятора перемещать определенное количество кубометров воздуха в час. Напором называется общая разность давления, создаваемая вентилятором; она равна сумме разрежения перед вентилятором и давления после него.

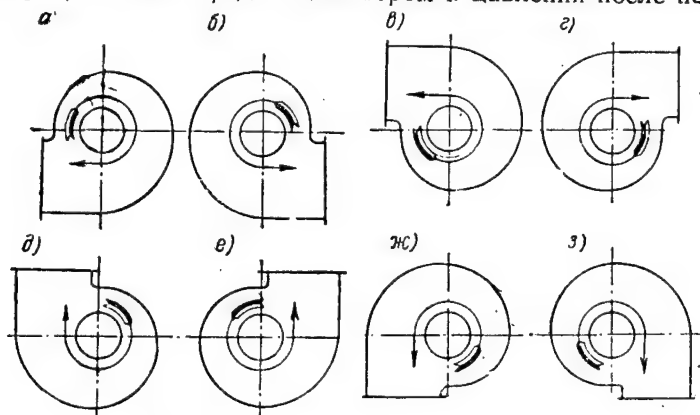


Рис. 4. Формы исполнения электровентиляторов.

В судовых системах применяются вентиляторы низкого давления с напором до 100 мм вод. ст. и среднего давления с напором до 300 мм вод. ст.

В зависимости от места установки вентилятора и от того, с какой стороны к его нагнетательному патрубку будет подводиться трубопровод, положение улитки по отношению к лапам электродвигателя должно меняться. Кожух вентилятора делается поворотным; это дает возможность выхода нагнетаемого воздуха в любом направлении и упрощает монтаж и расположение труб.

В зависимости от формы исполнения электровентиляторы могут быть левые и правые. Левые имеют разворот улитки (нагнетательного патрубка) кожуха в направлении против часовой стрелки (если смотреть со стороны электромотора), а правые — по часовой стрелке.

На рис. 4 показано восемь различных форм исполнения электровентилятора. Каждому положению выходного патрубка в пространстве соответствует условное обозначение: а, б, в, г, д, е, ж, з.

Формы исполнения а, г, д и з относятся к правым, а б, в, е и ж — к левым вентиляторам.

Для изменения форм исполнения необходимо отвернуть болты, крепящие кожух к электродвигателю, и повернуть кожух так, чтобы он занял положение, соответствующее требуемой форме исполнения, а затем вновь закрепить кожух к электродвигателю.

Необходимо помнить, что поворотом кожуха нельзя переделывать левый электровентилятор на правый и наоборот.

Осевые вентиляторы действуют по принципу работы пропеллера, вращаемого электродвигателем, и в судовой вентиляции имеют ограниченное применение. Они дают очень незначительный напор, а поэтому используются только для перемешивания воздуха внутри помещения в виде настольных и настенных вентиляторов.

Как было сказано выше, для нагревания и охлаждения поступающего в помещение воздуха применяются воздухонагреватели (калориферы) или воздухоохладители.

Принципиальная схема устройства и работы калорифера показана на рис. 5, а.

Теплоноситель — пар или горячая вода — через штуцер поступает в распределительную коробку. В одну из стенок распределительной коробки — трубную доску — завальцованы или вварены своими концами трубки. Противоположные концы этих трубок также завальцованы в отверстиях трубной доски выходной распределительной коробки.

Трубная доска представляет собой латунный лист с отверстиями для крепления концов трубок. Пар (или горячая вода) из приемной распределительной коробки поступает в трубки; проходя через них в выходную коробку, нагревает их, отдавая часть своего тепла.

Через выходной штуцер отработанный пар уходит в паропровод. Холодный воздух по трубопроводу вентиляции подводится к калориферу. Проходя через промежутки между горячими трубками, воздух нагревается. Температура нагрева воздуха зависит от температуры воды, скорости движения воздуха через калорифер и размеров последнего.

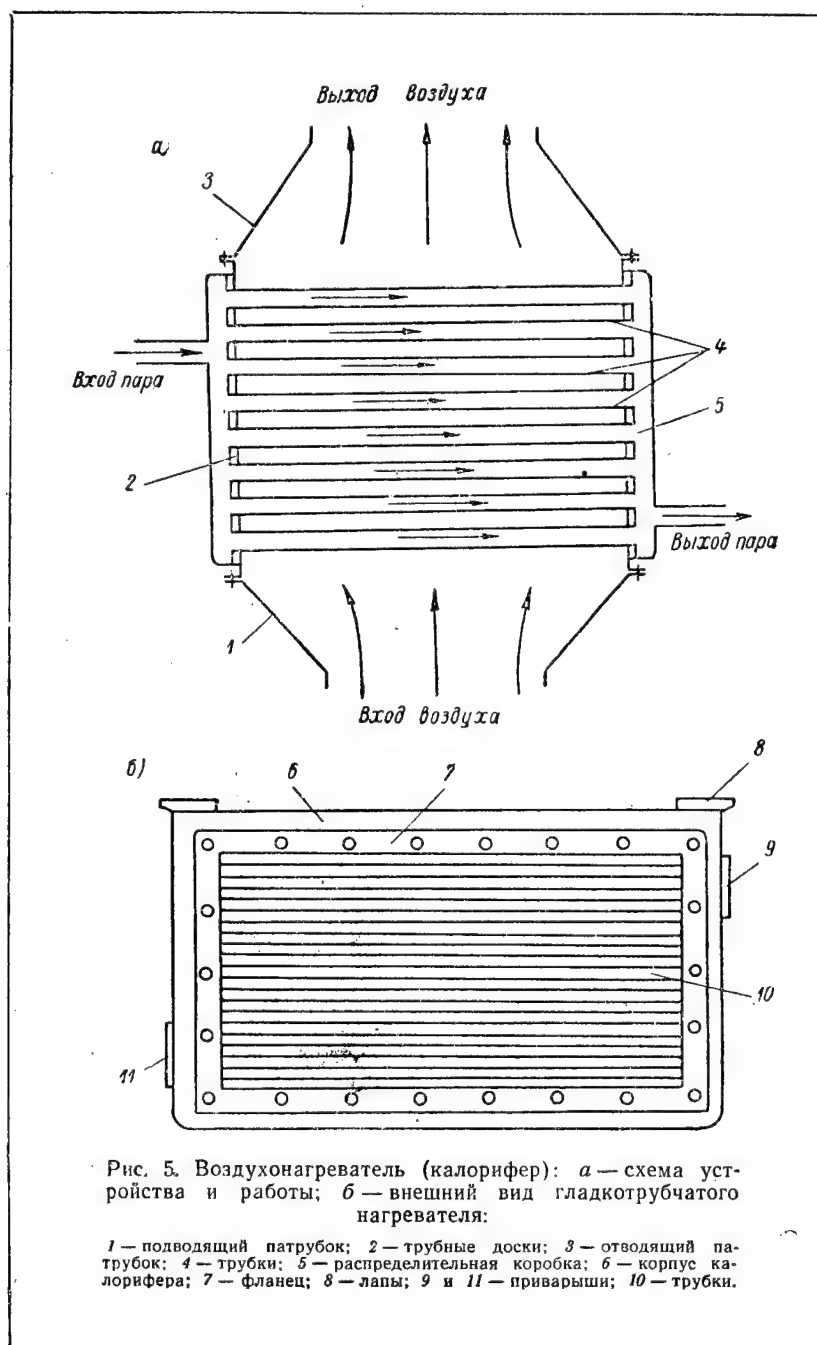
Калориферы изготавливаются различных размеров и могут нагревать воздух на 30—40° С. Регулирование температуры нагретого воздуха производится изменением температуры нагрева калорифера либо смешиванием теплого воздуха с холодным.

Воздухоохладитель принципиально не отличается от воздухонагревателя. При необходимости охлаждения воздуха, последний пропускается через воздухоохладитель, по трубам которого проходит холодная вода или рассол. В качестве воздухоохладителя может быть использован и воздухонагреватель.

Калориферы крепятся своими лапами к специальным фундаментам на болтах.

В судовых вентиляционных системах обычно применяются трубчатые калориферы, как более надежные в работе и легко очищающиеся от пыли. На рис. 5, б показан гладкотрубчатый калорифер.

Для обеспечения работы системы вентиляции требуется также произвести установку вентиляционной арматуры. Эта арматура является обязательной составной частью любой системы судовой вентиляции. Она необходима для пуска и остановки системы, регулирования скорости, количества подаваемого воздуха и его тем-



пературы, для перекрытия и отключения отдельных участков системы и для выполнения других операций.

По назначению вентиляционная арматура подразделяется на проходную и запорную.

К проходной арматуре относятся вентиляционные стаканы, раструбы, концевые сетки, манжеты, эжекционные и дефлекторные головки, воздухораспределители.

Запорной арматурой называют обыкновенные и клинкетные задвижки, водонепроницаемые клапаны, грибовидные головки, дроссельные заслонки, штормовые крышки и другие.

Запорная арматура бывает герметической и негерметической.

По месту установки вентиляционная арматура делится на концевую и путевую.

Концевая арматура объединяет раструбы, грибовидные головки, анемостаты, плафоны, концевые сетки, ветроловы, поворотные воздухораспределители и раструбы, штормовые и запорные крышки.

К путевой арматуре относятся стаканы, полустаканы, обыкновенные и клинкетные задвижки, дроссельные заслонки, клапаны, манжеты и другие.

Кроме вышеуказанной, наиболее употребляемой вентиляционной арматуры, применяется и специальная арматура.

Рассмотрим наиболее часто употребляемую вентиляционную арматуру.

На рис. 6, а и б представлены стакан и колено, являющиеся простейшей проходной вентиляционной арматурой.

Вентиляционный стакан устанавливается в месте прохода воздухопровода через переборки или другие элементы корпуса судна. Он состоит из корпуса и двух фланцев. Стаканы бывают круглого или прямоугольного сечения. К фланцам вентиляционных стаканов крепятся трубы или арматура.

Вентиляционные колена служат для изменения направления воздухопровода и представляют собой изогнутый корпус с двумя фланцами.

На рис. 7 показаны некоторые типы проходной воздухопроницаемой арматуры, обычно применяемой для забора и подачи воздуха, а также для направления воздушного потока.

Простейшим примером проходной концевой вентиляционной арматуры является раструб с сеткой, изображенный на рис. 7, а. Раструб, состоящий из стального корпуса с приваренным к нему фланцем и сеткой, служит для направления воздушного потока в помещение или для забора воздуха. Раструбы бывают круглые или прямоугольные. Обычно они устанавливаются в бытовых, служебных или жилых помещениях.

Поворотный воздухораспределитель (рис. 7, б) представляет собой приточную насадку; посредством фланца крепится к приточной трубе. Его полусферический корпус имеет вырез для прохода воздуха и посредством ручки может поворачиваться относи-

тельно фланца и обоймы. Внутри корпуса на ручке поворачивается внутренняя полусфера; между ними имеется суконная прокладка. Поворотом корпуса можно изменять направление потока воздуха, а поворотом ручки менять сечение выходного отверстия, что приводит к уменьшению подачи воздуха.

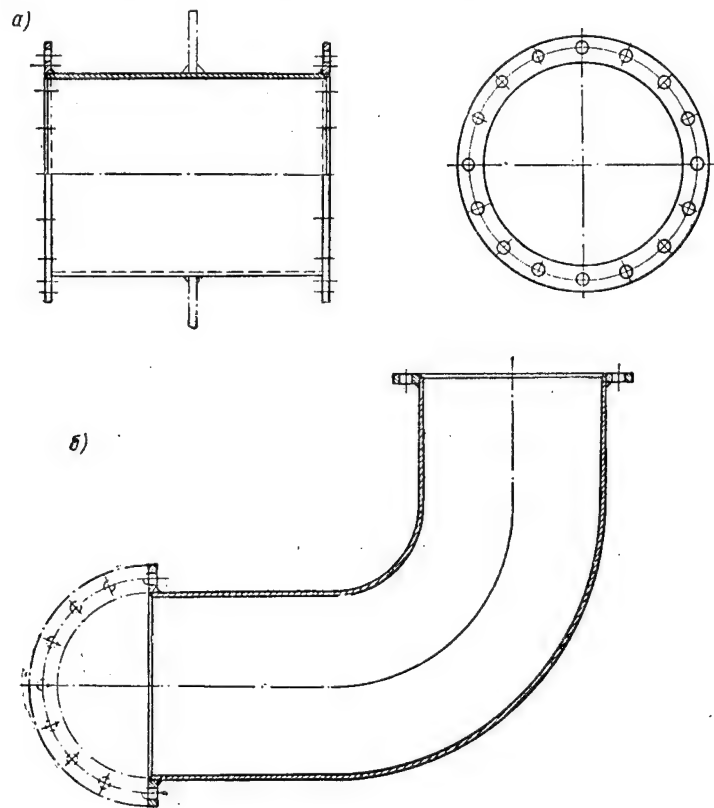
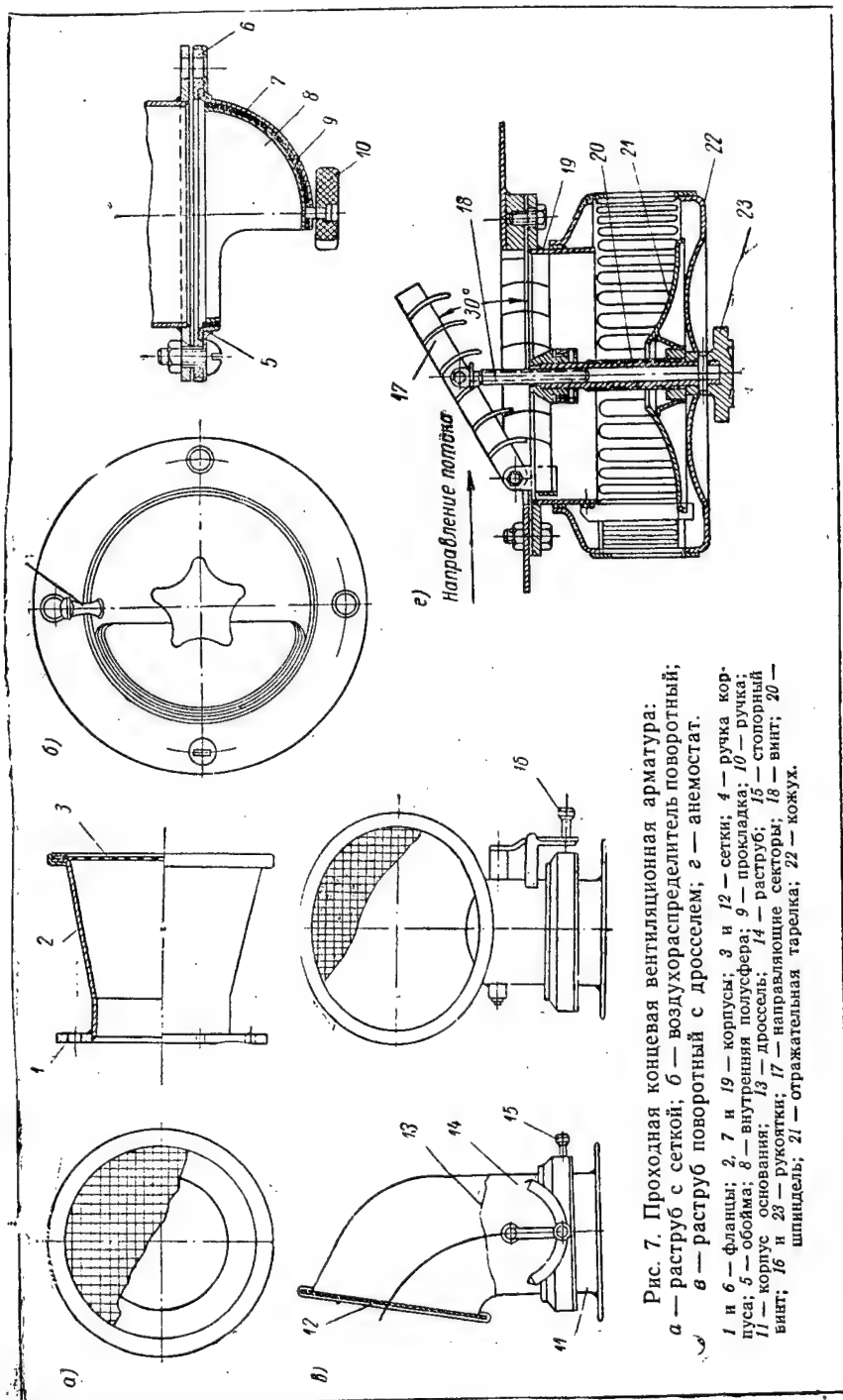


Рис. 6. Воздухонепроницаемая проходная арматура:  
а — стакан; б — колено.

Поворотный вентиляционный раструб с дросселем (рис. 7, в) служит для направления и регулирования воздушного потока. Корпус основания раструба оканчивается фланцем. Поворачивая раструб относительно основания, изменяют направление выходящей струи воздуха. Положение раструба фиксируется стопорным винтом. Величина потока воздуха регулируется поворотом дросселя посредством рукоятки.

Дроссель представляет собой металлический диск, диаметр которого на 2—4 мм меньше внутреннего диаметра цилиндрической части раструба. При повороте рукоятки по часовой стрелке





(из среднего положения) проходное сечение раструба уменьшается, в обратную сторону — увеличивается; соответственно уменьшается или увеличивается величина воздушного потока. Сетка предохраняет от попадания в раструб посторонних предметов.

Воздухораспределитель — анемостат (рис. 7, 2) служит для направления проходящего по вентиляционной трубе воздуха в помещение и для регулирования величины потока. К корпусу анемостата приварен латунный кожух с вертикальными про-

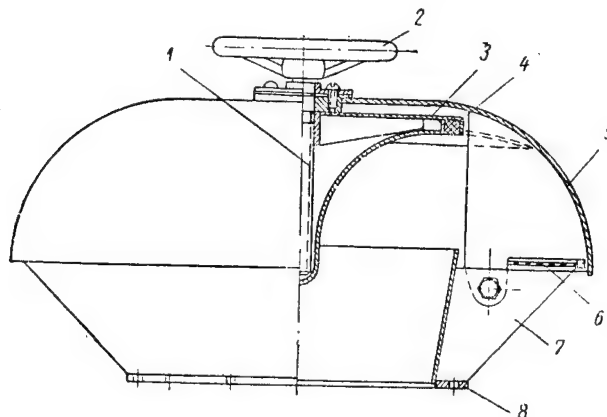


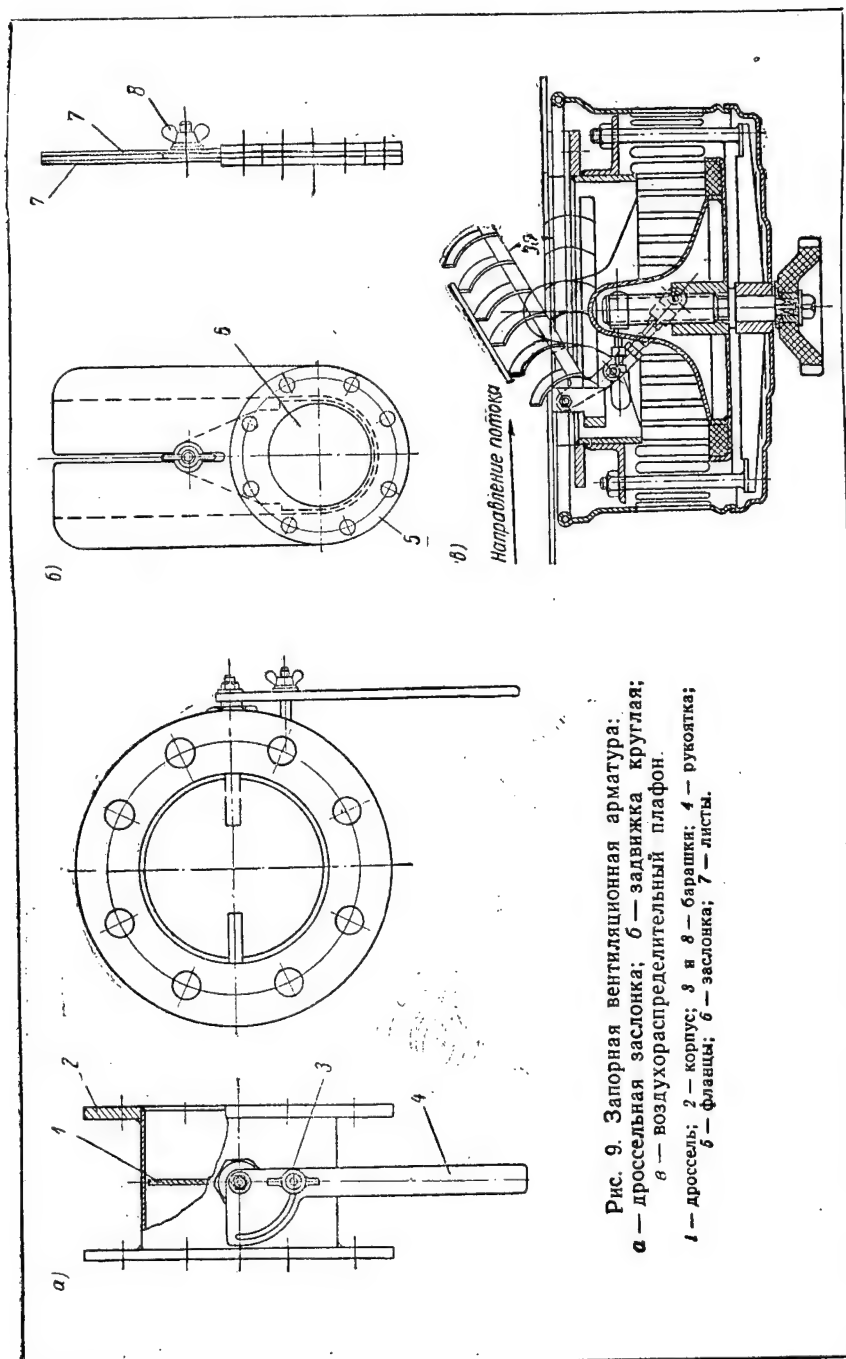
Рис. 8. Грибовидная водо-газонепроницаемая вентиляционная головка:

1 — винт; 2 — маховичок; 3 — запорная тарелка; 4 — резиновое кольцо; 5 — крышка; 6 — защитная сетка; 7 — кницы; 8 — корпус.

резами для прохода воздуха. Проходящий по трубе воздушный поток с помощью направляющих поворотных секторов отклоняется вниз, отражается тарелкой и через отверстия кожуха выходит наружу. Величина воздушного потока регулируется поворотом рукоятки. При этом вращается шпиндель, поднимается отражательная тарелка и опускаются направляющие секторы, что и приводит к уменьшению притока воздуха. При обратном вращении приток воздуха увеличивается.

На рис. 8, 9 и 10 представлены некоторые типы запорной вентиляционной арматуры.

Грибовидная водо-газонепроницаемая вентиляционная головка (рис. 8) по месту установки относится к концевой арматуре. К корпусу на кницах укреплен полусферический кожух. Запорная тарелка с резиновым уплотнительным кольцом при вращении маховичка и винта может опускаться или подниматься. При опускании запорной тарелки до полного соприкосновения резинового кольца с торцом корпуса она перекрывает проходное сечение головки.



Грибовидные головки обычно применяют для всасывания и выбрасывания через них воздуха в системах искусственной вентиляции. Изображенная здесь головка является герметически запорной — она обеспечивает полную водо-газонепроницаемость.

Для предохранения вентиляционной системы от попадания через грибовидную головку посторонних тел снизу крышки установлена защитная сетка.

Дроссельная заслонка (рис. 9, а) служит для закрытия трубопровода, а также для регулирования проходящего через него воздушного потока. Она состоит из корпуса с фланцами и дросселя, который поворачивается рукояткой. Положение рукоятки фиксируется барашком.

Задвижка (рис. 9, б) имеет то же назначение, что и дроссельная заслонка. Между двумя фланцами и листами движется заслонка, приводимая в движение и закрепляемая в определенном положении барашком. При выдвигании заслонки открытое сечение прохода задвижки увеличивается, при задвигании — уменьшается.

Дроссельные заслонки и задвижки обычно устанавливаются между воздухопроводом и простым раструбом. Задвижка и заслонка принадлежат к газопроницаемой арматуре.

Воздухораспределительный плафон (рис. 9, в) устроен подобно анемостату и служит для регулирования величины потока воздуха, захватываемого направляющими лопатками из воздухопровода.

В отличие от анемостата плафон имеет герметический затвор в виде тарелки с резиновой прокладкой, которая плотно закрывает проходное сечение при подъеме тарелки.

Воздухонепроницаемые плафоны с герметическими затворами, как правило, устанавливаются в жилых и парадных помещениях.

Задвижка, заслонка и воздухораспределительный плафон относятся к концевой арматуре.

Угловой вентиляционный клапан (рис. 10) относится к запорной концевой арматуре; он служит для герметического запираания воздушной магистрали и одновременно изменяет направление потока воздуха.

К стальному корпусу посредством шпилек привинчена крышка; между ними имеется уплотнительная прокладка. Клапанная тарелка с уплотнительным резиновым кольцом при повороте маховика или рукоятки может подниматься до плотного поджатия к седлу корпуса. Перемещение клапанной тарелки обеспечивается штоком и ходовой гайкой. Для создания непроницаемости в месте прохода штока через крышку служит пенёковая набивка.

На рис. 11 изображена воздухонепроницаемая крышка, служащая для плотного задраивания выходных отверстий вентиляционных каналов. Подобные крышки могут привариваться к кор-

пусной конструкции или привинчиваться посредством болтов или шпилек.

Комингс крышки закрывается специальной крышкой, которая может поворачиваться на петлях и прижиматься к комингсу посредством откидного болта и задрайки. Для создания непроницаемости служит резиновая прокладка. Внутри комингса на винтах закреплена защитная сетка. Описанная выше крышка относится к концевой запорной арматуре

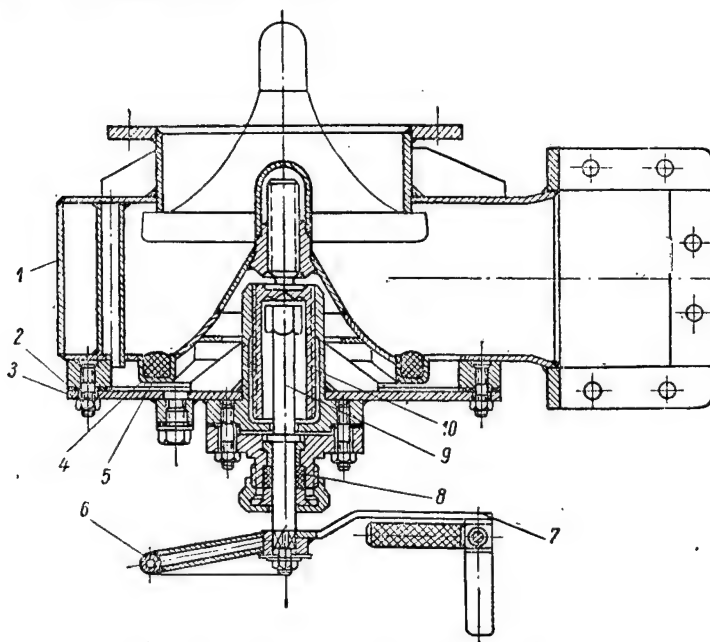


Рис. 10. Угловой вентиляционный клапан.

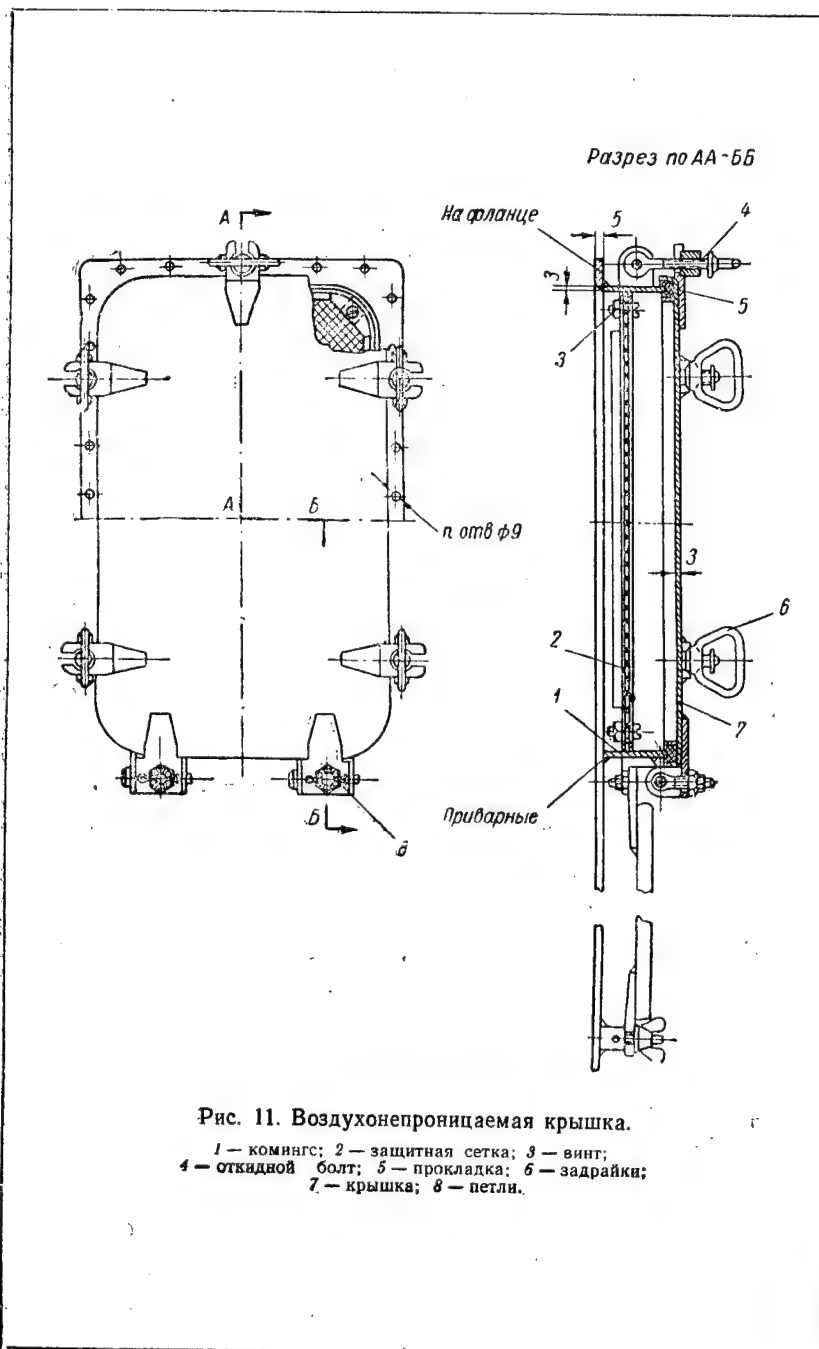
1 — корпус; 2 — уплотнительная прокладка; 3 — крышка; 4 — клапанная тарелка; 5 — резиновое кольцо; 6 — маховик; 7 — рукоятка; 8 — запорная набивка; 9 — шток; 10 — ходовая гайка.

Вентиляционная арматура, как правило, крепится к трубам при помощи фланцев.

Концевая вентиляционная арматура, устанавливаемая на открытых частях корпуса судна (дефлекторные и эжекционные головки, грибовидные головки), закрепляется на комингсах или на стаканах.

Концевая арматура, монтируемая внутри судовых помещений, обычно крепится непосредственно к фланцам вентиляционных труб.

Путевая арматура крепится между фланцами смежных труб или между стаканами и трубами.



#### § 4. ГРУППЫ СИСТЕМ СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Система вентиляции в зависимости от обслуживаемых ею помещений относится к одной из следующих групп:

- 1) общесудовая вентиляция (жилые и служебные помещения, камбузы, бани, прачечные);
- 2) вентиляция машинно-котельных и насосных отделений;
- 3) вентиляция грузовых трюмов;
- 4) вентиляция рефрижераторных трюмов.

Общесудовая вентиляция на небольших судах осуществляется за счет естественной вентиляции. Если в помещениях достаточное количество иллюминаторов, то для создания обмена воздуха в дверях этих помещений устанавливаются вентиляционные решетки. Коридор в таких случаях оборудуется дефлекторами. Если коридор является общим для жилых, служебных и бытовых помещений (камбуз, бани), то в нем устанавливаются только приточные дефлекторы, чтобы предотвратить попадание воздуха из бытовых и служебных помещений в жилые. Некоторые помещения могут иметь отдельные дефлекторы.

Общесудовая вентиляция на больших современных судах осуществляется системами искусственной вентиляции. Обычно для помещений одинакового назначения применяют групповую вентиляцию, при которой один вентилятор обслуживает несколько помещений через общий трубопровод.

Для больших или специальных помещений ставят отдельные вентиляторы с автономным трубопроводом. Те помещения, где требуется осуществлять определенный режим (температура и влажность), обслуживаются приточными системами.

Вытяжная вентиляция используется там, где имеются источники порчи воздуха (санузлы, камбузы, аккумуляторные), что позволяет избежать попадания неприятных запахов или паров в соседние помещения.

Комбинированная вентиляция применяется в помещениях, требующих большой эффективности воздухообмена и определенной направленности потоков воздуха.

В машинно-котельных отделениях вентиляция должна обеспечить удаление большого количества тепла, выделяемого паросиловыми установками, а также вредных газов, угольной пыли, паров масла и топлива.

На небольших судах котельные отделения вентилируют естественным способом, устанавливая для этой цели приточные и вытяжные дефлекторы. Машинные отделения подобных судов обычно имеют большие шахты и светлые люки, чем достигается сильная естественная вытяжная вентиляция. Воздух подается посредством 2—4 дефлекторов.

Машинные отделения с мощными установками оборудуют искусственной вентиляцией с 20—30-кратным обменом воздуха в

час. При этом для турбинных механизмов используют местную приточную вентиляцию.

Если в машинных отделениях имеются двигатели, работающие на бензине, то воздухопроводы вытяжной вентиляции должны обеспечивать вытяжку воздуха как из верхней зоны помещения, так и из-под настила.

Для охлаждения электрических машин, находящихся в машинных отделениях, применяется как открытая вентиляция, когда воздух машинного отделения используется в системе вытяжной вентиляции генератора, так и вентиляция с закрытой циркуляцией воздуха, при которой воздух циркулирует от машины к воздухоохладителю, вентилятору и к машине.

На современных больших судах вентиляция машинно-котельных отделений осуществляется комбинированием систем мощных приточных и вытяжных вентиляционных установок, а также использованием местной вентиляции отдельных агрегатов.

В насосных отделениях, перекачивающих жидкое топливо, необходимо быстро удалять пары горючего. На небольших наливных судах, если насосные отделения располагаются на палубе, вентиляция их бывает естественной; в других случаях устанавливается искусственная вытяжная вентиляция с естественным притоком.

При оборудовании вентиляцией подобных насосных отделений следует помнить, что здесь не должно быть механизмов, которые могут давать искру. Поэтому электрические моторы устанавливаются в соседних помещениях, а крылатки вентиляторов изготавливаются из цветных металлов, не дающих искр при трении о стальной кожух.

Вентиляция грузовых трюмов должна обеспечить сохранение качеств перевозимых грузов. Повышенная влажность воздуха и сырость, появляющиеся в трюмах вследствие конденсации паров на холодных стенках и настиле, портят всякий груз. Также обязательна вентиляция рефрижераторных трюмов, предназначенных для перевозки мясных, рыбных и молочных продуктов, фруктов и овощей. Во всех грузовых трюмах оборудуется вентиляция с преобладанием вытяжки. Для этой цели обычно применяется естественная вентиляция с помощью дефлекторов и эжекторов.

В крупных грузовых трюмах для перевозки скоропортящихся продуктов устанавливается искусственная вентиляция с минимально необходимым числом обмена.

Для грузовых угольных трюмов используется вытяжная вентиляция.

Помещения, которые не нуждаются в регулярном воздухообмене, в случае необходимости очищаются переносными вентиляционными установками. Переносные вентиляторы устанавливаются в нужном месте, и испорченный воздух удаляется из помещения через гибкие гофрированные шланги.

Рассмотрение назначения и работы различных систем судовой вентиляции показало, что каждая из них должна обеспечивать строго определенные функции, нарушение которых может привести к созданию ненормальных условий для работы людей и механизмов, а также к авариям. Поэтому к изготовлению и монтажу труб системы судовой вентиляции предъявляются серьезные требования по обеспечению необходимого качества и точного соответствия чертежам.



## ГЛАВА II

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

#### § 5. ЧЕРТЕЖИ СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Изготовление воздуховодов, установка вентиляционной арматуры, электровентиляторов и других элементов системы судовой вентиляции производятся по монтажным схемам или чертежам.

При постройке головных судов серии или единичной постройки изготовление и монтаж воздуховодов часто делаются по монтажной схеме судовой вентиляции. Воздуховоды, вентиляционная арматура и электровентиляторы изображаются на монтажной схеме условно, посредством линий и значков.

Воздуховоды головных судов изготавливаются по шаблонам, снятым с места в соответствии со схемой вентиляции.

При серийной постройке судов конструкторским бюро выпускаются чертежи расположения судовой вентиляции или монтажные чертежи.

Монтажный чертеж судовой вентиляции является схематичным, так как места расположения воздуховодов не указываются в нем точно, посредством соответствующих размеров (координат). Воздуховоды изображаются в определенном масштабе. Зная масштаб чертежа, можно приблизительно определить расстояние трубы до элементов корпуса (т. е. до переборок и палуб), к которым они крепятся.

На рис. 12 приведен пример чертежа расположения судовой вентиляции в районе 114—154 шп. в жилых и бытовых помещениях левого борта верхней палубы.

При внимательном изучении чертежа определяем, что помещения этого района в целом обслуживаются системой приточной вентиляции (каюты левого борта и два помещения, расположенные в районе 114—120 шп.) и вытяжной вентиляцией (бытовые помещения, расположенные ближе к диаметральной плоскости в районе 120—148 шп.).

Как видно из плана палубы (при снятой палубе юта), электровентилятор № 2 через грибовидную головку С-2, установленную

на комингсе 5 в районе 124 шп., забирает свежий воздух и по трубам 4, 3 и 2 через мягкую манжету 6 подает его к воздушонагревателю С-1.

Для определения направления движения воздуха по трубопроводам системы вентиляции необходимо запомнить, что судовые вентиляторы имеют патрубки разного сечения: всасывающий — круглый, а нагнетательный — квадратный. Такое же сечение имеют и концы труб, подходящих к этим патрубкам.

Так, например, конец мягкой манжеты 6, соединяемый с вентилятором № 2, имеет квадратное сечение  $100 \times 100$ . Следовательно, направление потока воздуха будет от этого патрубка через манжету 6 к воздушонагревателю и дальше.

Расположение данной части воздухопровода ясно представляется при рассмотрении ее в плане, в разрезе по 123 шп., а также продольных разрезах по АА и ББ.

После воздушонагревателя воздуховод разделяется на две ветви через трубу-тройник 7. Одна ветвь воздуховода идет к диаметральной плоскости, затем — вдоль продольной переборки (трубы 8, 9, 10 и 11). Через дроссельные заслонки С-3 и С-5 и трубы С-4 и С-6 воздух попадает в помещения № 7 и 8. По второй ветви по трубам 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 и 19 воздух подается в каюты левого борта.

Из плана и продольного разреза по ББ видно, что в каждую из кают воздух входит через сетки.

Вытяжная вентиляция обслуживается электровентилятором № 3, установленным в районе 134 шп. под палубой юта. По трубопроводу, состоящему из труб 25, 26, 27, 28, 29 и 30, испорченный воздух удаляется из бытовых помещений (например, из душа, раздевалки и кладовой чистого белья). По воздуховоду (трубы 20, 21, 22 и 23) через комингс 24 и грибовидную головку С-7 воздух выбрасывается в атмосферу. Электровентилятор № 3 соединяется с трубами 20 и 25 через мягкие манжеты С-31 и С-32.

Как следует из расположения системы приточной и вытяжной вентиляции в данном районе, испорченный воздух из бытовых помещений не может попасть в жилые помещения, так как бытовые помещения (душ и другие) имеют вытяжную вентиляцию и перемещение воздуха может быть только из жилых помещений в бытовые, но не наоборот.

Для того чтобы по чертежу расположения вентиляции можно было определить размещение трубопроводов по отношению к находящемуся в помещениях оборудованию, на чертеже условно (тонкими линиями) наносятся его контуры. На рис. 12 в плане ясно изображено расположение столов, стульев, рундуков и шкафов.

Электровентиляторы устанавливаются на специальных фундаментах, привариваемых к элементам корпуса судна. Место этих фундаментов указывается в специальных чертежах на установку фундаментов.

Места установки вентиляционных стаканов и комингсов под дефлекторные, эжекционные и грибовидные головки определяются чертежами расположения вырезов. Эти же чертежи также показывают расположение приварышей для присоединения к ним труб и вентиляционной арматуры.

Места подвесок для крепления труб указываются в монтажном чертеже условно. Если переборки палубы или борта судна изолируются, то насыщение корпуса (различные крепления, фундаменты, вентиляционные стаканы, приварыши, комингсы, подвески) должно быть установлено и приварено к корпусу до его изоляции. Все, что в таких случаях устанавливается на корпус, называется до изоляционным насыщением. Поэтому чертежи расположения приварышей, стаканов, комингсов, фундаментов, различных креплений обычно называются чертежами до изоляционного насыщения.

Для того чтобы легче было найти номера чертежей на доизоляционное насыщение, в монтажном чертеже приводится перечень вспомогательных чертежей.

Положение системы вентиляции определяется расположением фундаментов и другого насыщения корпуса судна.

Так, например, расположение вентиляционного комингса 5 с грибовидной головкой С-2 (см. рис. 12, разрез по 123 шп.) определяется вырезом под комингс, а расположение воздухопровода, состоящего из труб 2, 3 и 4, — расположением комингса 5 и электро-вентилятора № 2.

Участок воздухопровода, состоящий из труб 20, 21, 22 и 23, присоединяется одним концом к фланцу вентиляционного комингса 24, а другим — к электро-вентилятору 3; расположение этого участка воздухопровода будет определяться местонахождением комингса и вентилятора. Этот участок воздухопровода может отклониться от изображенного на монтажном чертеже только в незначительных размерах, в средней части участка.

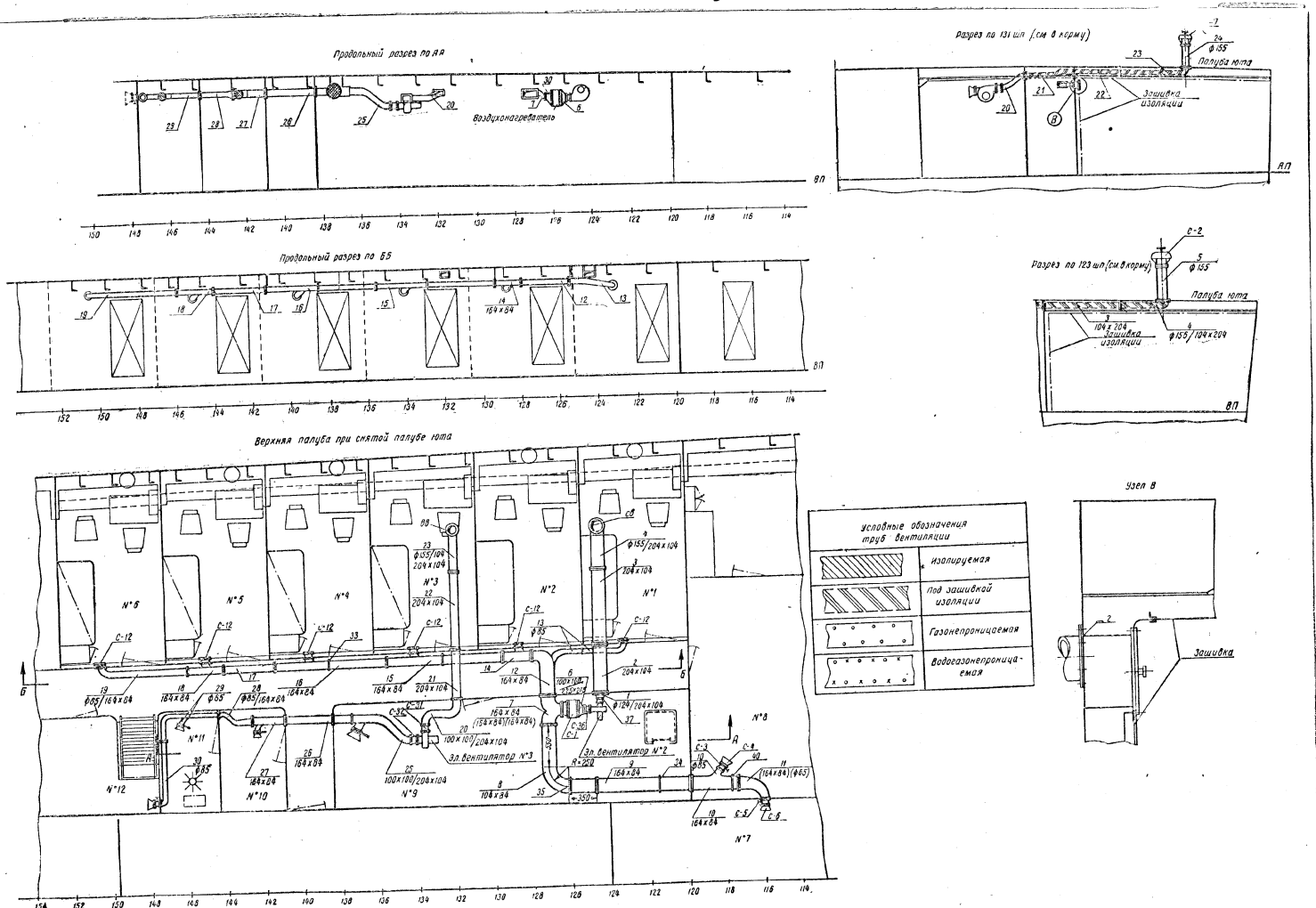
Поэтому, несмотря на схематичность монтажных чертежей, фактическое расположение трассы воздухопроводов практически отличается от заданного чертежом только в определенных, вполне допустимых пределах.

Для обозначения изолируемых, гезонепроницаемых и газонепроницаемых труб применяются условные обозначения, приведенные на рис. 12.

Изолируемые трубы (поверхность которых покрывается различными теплоизолирующими материалами) обычно штрихуются.

Трубы, показанные в разрезах по 131 шп. и по 123 шп., находятся под зашивкой изоляции, а поэтому условно штрихуются прерывисто.

Линия расположения листов зашивки изоляции условно обозначается штрих-пунктирной линией. Трубы 3, 4, 21, 22 и 23 закрыты зашивкой изоляции.



Для уточнения конструкции отдельных неясных узлов они изображаются в более крупном масштабе. Примером служит узел В, ясно показывающий расположение вентиляционной крышки и крепление к ней зашивки изоляции на продольной переборке.

На чертеже даны размеры сечений труб. Так, например, труба 22 имеет прямоугольное сечение  $204 \times 104$  мм, труба 30 — круглое сечение  $\varnothing 85$  мм, труба 19 — сечение  $164 \times 84$  мм, переходя-

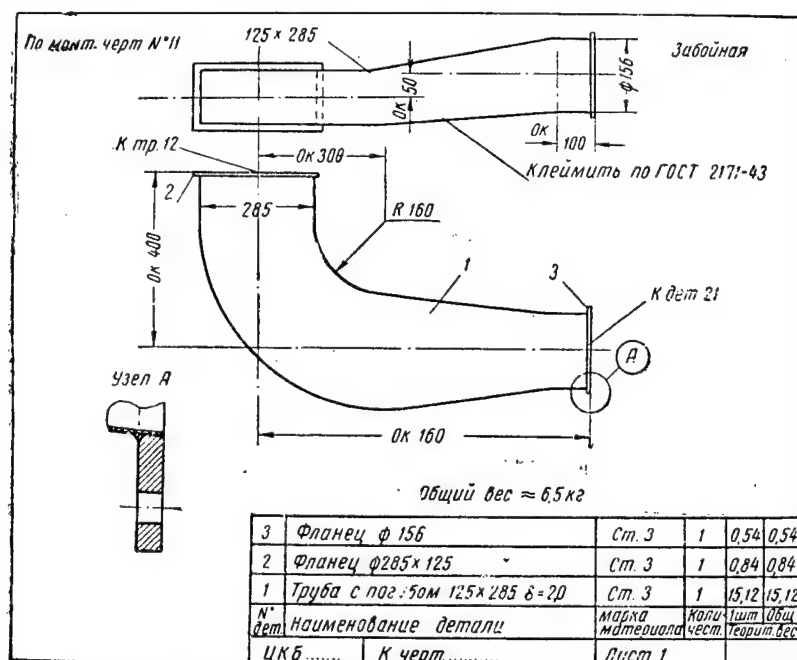


Рис. 13. Чертеж трубы вентиляции.

щее в круглое, труба 10 — прямоугольное сечение  $164 \times 84$  мм, а ее отросток — сечение  $\varnothing 85$  мм. Размеры сечений труб, указываемые в чертежах, являются их внешними размерами.

На чертеже указывается расположение подвесок для крепления труб, например, подвески 33. Крепление труб на подвесках обычно определяется чертежом или нормалью самой подвески.

При крупносерийной постройке судов для изготовления труб судовой вентиляции выпускаются чертежи на изготовление отдельных труб или альбом чертежей. В этих чертежах указываются все размеры и другие необходимые данные для выполнения каждой отдельной трубы.

На рис. 13 воспроизведен отдельный чертеж изготовления труб вентиляции. Труба 1 имеет погибь в двух плоскостях. Погиби определены радиусом 160 мм и смещением осей расположения

фланцев «ок. 50 мм». Один конец трубы имеет круглое сечение  $\varnothing 156$  мм, а другой — прямоугольное сечение  $125 \times 285$  мм. На концах трубы приварены фланцы 2 и 3. В правом нижнем углу чертежа размещен трафарет, определяющий номера деталей, из которых состоит труба, их наименование, марки материала, из которого они изготавливаются, количество деталей, их теоретический вес и масштаб чертежа. В трафаретке указан № чертежа, к которому относится изображенная здесь труба.

Из чертежа видно, что один конец трубы присоединяется к трубе 12, а другой — к детали 21. Эти номера присвоены деталям в

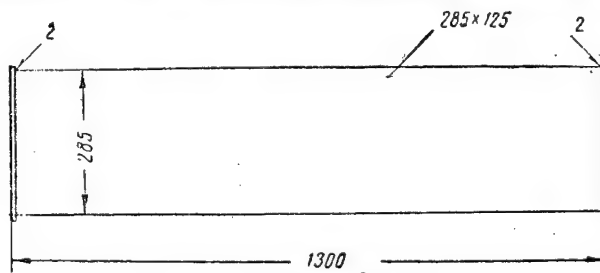


Рис. 14. Незабойная труба.

монтажном чертеже. Труба, изображенная на рис. 13, по монтажному чертежу имеет № 11, что видно из надписи в левом верхнем углу. Надпись «забойная» означает, что некоторые размеры данной трубы могут изменяться против заданных в чертеже; поэтому ряд размеров дан с оговоркой «ок.», что означает «около».

Выделение забойных труб вызвано тем, что корпусные конструкции, а также устанавливаемые на них вентиляционные стаканы, арматура и другие элементы вентиляционной системы, к которым присоединяются трубы, обычно имеют некоторые отклонения от теоретических размеров, заданных в чертежах.

Участок воздуховода, состоящий из нескольких труб, всегда располагается между вентиляционными стаканами или вентиляционной арматурой, к фланцам которых присоединяются крайние трубы. Так как расстояние между данными фланцами может отклоняться от заданных в чертеже размеров на установку этих элементов в пределах допусков, то и общая длина всех труб, расположенных на указанном воздуховоде, может изменяться в тех же пределах. Поэтому одну из труб, входящих в этот участок трубопровода, выделяют как «забойную». Другими словами, за счет изменения ее длины и погиби компенсируют соответствующее отклонение общей длины участка трубопровода.

Наличие забойной трубы позволяет изготавливать остальные трубы данного участка предварительно по чертежным размерам. Примером может служить изображенная на рис. 14 труба, все размеры которой точно определены чертежом.

Обычно на одном листе чертежа размещается несколько гранок, в каждой из которых дан чертеж одной трубы. В одной из гранок чертежа дается перечень примечаний, определяющих ряд требований и технологических указаний по изготовлению труб, например, допуски на точность изготовления труб, методы сварки, испытания.

Детальные чертежи на изготовление труб могут сшиваться в отдельные книги-альбомы, в которых на каждой странице дается чертеж на отдельную трубу и ее детали.

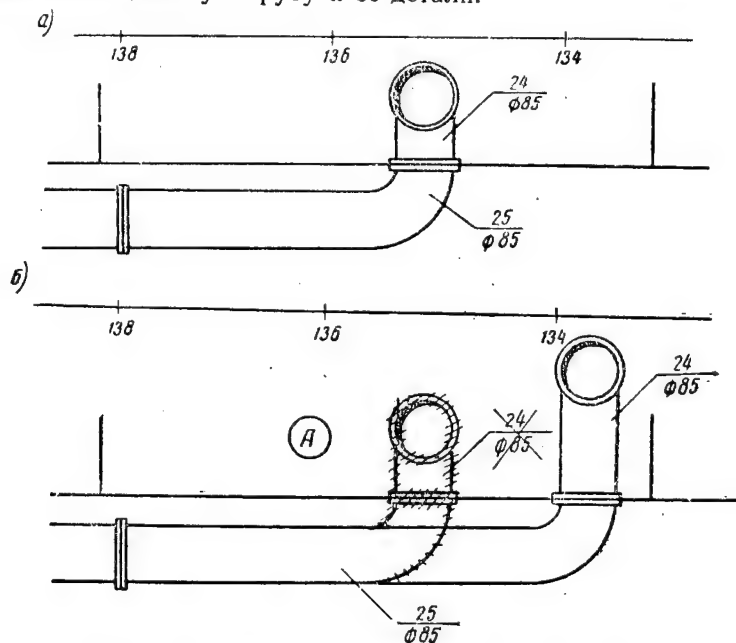


Рис. 15. Изменение чертежа; а — до корректировки; б — после корректировки.

Изготовление труб по детальным чертежам повышает производительность труда, уменьшает их себестоимость.

В процессе постройки судна иногда возникает необходимость изменить некоторые детали корпусных конструкций или систем. Чтобы отразить эти изменения в чертежах и привести их в соответствие с фактическим расположением, конструкторские бюро исправляют чертежи, внося в них соответствующие поправки — корректируют их.

Изменения наносятся на чертеж черной тушью, либо исправляются кальки, а затем некорректированный чертеж заменяется новым, отпечатанным с соответствующими изменениями.

На рис. 15 показан пример корректировки (изменения) отдельного участка воздухопровода системы судовой вентиляции. При

сравнении участков чертежа до изменения (рис. 15, а) и после изменения (рис. 15, б) видно, что труба 25 была удлинена, место ее прохода через продольную переборку перенесено ближе к поперечной переборке. Кроме того, труба 24 также увеличена по длине. Поэтому изображение трубопровода, проходящего по старому пути, перечеркнуто короткими штрихами и рядом со старым изображением этого участка в кружке вписана буква А; это означает, что данное изменение произведено на основании извещения конструкторского бюро под литерой А. Номер извещения и дата его выпуска указываются в таблице изменений, помещаемой в верхнем правом углу чертежа. Если в чертеж вносится второе изменение, ему присваивается литера Б и т. д.

При изучении чертежа до начала работы необходимо определить: как называется изображенная на чертеже система вентиляции, в каком районе она расположена и масштаб изображения.

После рассмотрения и знакомства с общим расположением трубопроводов и арматуры необходимо представить себе их размещение в пространстве по отношению к элементам корпуса; следует также изучить все примечания и указания, приведенные в чертеже, а при необходимости рассмотреть и вспомогательные чертежи.

Если в чертеже имеются изменения, необходимо тщательно разобраться в них, чтобы выполнять работу уже с учетом внесенных в чертеж изменений. Рабочий чертеж дополняется комплектовочной ведомостью и рядом других технических документов, знание которых необходимо в процессе подготовки и выполнения работ.

#### **§ 6. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О КОМПЛЕКТОВОЧНОЙ ВЕДОМОСТИ, ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И ИНСТРУКЦИЯХ**

К монтажному чертежу прилагается комплектовочная ведомость, в которой указываются необходимые материалы, арматура, крепеж и другие изделия, необходимые для изготовления частей системы вентиляции, изображенной на монтажном чертеже. Номер комплектовочной ведомости указывается на монтажном чертеже.

В комплектовочной ведомости (табл. 3) приводится ряд данных:

- 1) Точное наименование всех деталей, арматуры и других составных частей системы вентиляции, указанных в монтажном чертеже сквозными позициями. Перечисление всех этих наименований производится в определенном порядке; обычно в начале комплектовочной ведомости перечисляются трубы вентиляции с фланцами и другими деталями к ним, затем вентиляционная арматура, вентиляторы, воздухоподогреватели и в конце —



Таблица 3

## Комплектовочная ведомость

№ по пор.	№ чертежа или норматива	Наименование	Dy, мм	Место расположения			Размер труб			Количество	Теоретический вес, кг		Материал	
				палуба или помещение	борт	шпангоут	наружн. диаметр	толщина стенки	длина		1 детали	на 1 комплект	Марка или условная маркировка	№ норматива на материал
1		Трубы Патрубок переходной Ø124/104×204	150 100×200	Верхн.	Лев.	124—126	—	1,0	0,19	1	1,1		Ст. 0	
	548-Е302	Фланец к электро-вентилятору 600×120 круглый	—	—	—	—	—	—	—	1	0,33	2,09	Ст. 3	ГОСТ 380—50
	ВН548—511	Фланец вентиляционный	150 100×200	—	—	—	—	—	—	1	0,66		Ст. 3	ГОСТ 380—50
2		Труба 104×204	150 100×200	Верхн.	Лев.	124—126	—	1,0	1,0	1	5,1	6,42	Ст. 0	
	ВН548—511	Фланец вентиляционный	150 100×200	—	—	—	—	—	—	2	0,66		Ст. 3	ГОСТ 380—50
3		Труба 104×204	150 100×200	Верхн.	Лев.	124—126	—	1,0	1,6	1	8,16	9,48	Ст. 0	

Продолжение

№ по пор.	№ чертежа или норматива	Наименование	Dy, мм	Место расположения			Размер труб			Количество шт.	Теоретический вес, кг		Материал	
				палуба или помещение	борт	шпангоут	наружный	толщина стенки	длина		1 детали	на 1 комплект	Марка или условная маркировка	№ норматива на материал
4	ВН548—511	Фланец вентиляционный	150 100×200	—	—	—	—	—	—	2	0,66	7,5	Ст. 3	ГОСТ 380—50
		Труба переходная Ø 155/104×204	150 100×200	Верхн.	Лев.	124— 126	—	1,0	1,2	1	6,3		Ст. 0	
	ВН548—497	Фланец вентиляционный	150	—	—	—	—	—	—	1	0,54		Ст. 3	ГОСТ 380—50
	ВН548—511	Фланец вентиляционный	150 100×200	—	—	—	—	—	—	1	0,66		Ст. 3	ГОСТ 380—50
5		Труба комингс Ø 155	150	Палуба юта	Лев.	124— 126	—	3,0	0,5	1	6,15	7,24	Ст. 4с	
	ВН548—497	Фланец вентиляционный	150	—	—	—	—	—	—	1	0,54		Ст. 3	ГОСТ 380—50
		Кольцо Ø 156 × × 206; δ=5	150	—	—	—	—	5,0	—	1	0,55		Ст. 4с	
6		Патрубок переходной 100×100 255×205	—	Верхн.	Лев.	126	—	1,0	0,05	1	0,6	0,94	Ст. 4с	

Продолжение

№ по пор.	№ чертежа или норматива	Наименование	Dy. мм	Место расположения			Размер труб			Количество	Теоретический вес, кг		Материал	
				палуба или помещение	борт	шпангоут	наружный	толщина стенки	длина		1 детали	на 1 комплект	Марка или условная маркировка	№ норматива на материал
	548—Е322	Фланец к электро- вентильатору 600/120 прямоу- гольный	—	—	—	—	—	—	1	0,34		Ст. 3	ГОСТ 380—50	
		Фланец прямо- угольный к возду- хонагревателю	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—		
		А р м а т у р а												
С-1	355—Е55	Воздухонагрева- тель ВН-9	—	Верхн.	Лев.	126	—	—	—	1	35,4	35,4	В сбо- ре	
С-2	УН541— МЛ266	Головка грибо- видная запорная	150	Палу- ба юта	Лев.	124— 126	—	—	—	1	6,75	6,75	В сбо- ре	
С-3	ВН545—25	Заслонка дрос- сельная	80	Верхн.	Лев.	118— 120	—	—	—	1	1,26	1,26	В сбо- ре	

40

Продолжение

№ по пор.	№ чертежа или норматива	Наименование	D <sub>y</sub> , мм	Место расположения			Размер труб			Количество шт.	Теоретический вес, кг		Материал	
				палуба или помещение	борт	шпангоут	наружный диаметр	толщина стенки	длина		1 детали	на 1 комплект	Марка или условная маркировка	№ норматива на материал
C-4	УН542—61	Раструб круглый	80	Верхн.	Лев.	118—120	—	—	—	1	0,79	0,79	В сборе	
C-5	ВН545—25	Заслонка дроссельная	80	—	—	116—118	—	—	—	1	1,26	1,26	В сборе	
C-6	УН542—61	Раструб круглый	80	—	—	116—118	—	—	—	1	0,79	0,79	В сборе	
C-7	УН541—МЛ266	Головка грибовидная запорная	150	Палуба юта	Лев.	132—134	—	—	—	1	6,75	6,75	В сборе	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
C-12	545—МЛ143	Заслонка для каютного вентилятора	100	Палуба юта	Лев.	124—152	—	—	—	6	0,62	3,72	В сборе	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
C-31	938—Е333	Манжета мягкая к вентилятору 600/60 прямоугольная	—	Верхн.	Лев.	132—136	—	—	—	1	1,25	1,25	В сборе	

Продолжение

№ по пор.	№ чертежа или норматива	Наименование	Dy, мм	Место расположения			Размер труб			Количество шт.	Теоретический вес, кг		Материал	
				назуба или помещение	борт	шпангоут	наружный диаметр	толщина стенки	длина		1 детали	на 1 комплект	Марка или условная маркировка	№ норматива на материал
C-32	938—Е313	Манжета мягкая к вентилятору 600/60 круглая	—	Верхн.	Лев.	132—136	—	—	—	1	1,25	1,25	В сборе	
C-33														
1	ОСТ НКТП 3524	Метизы	—	—	—	—	—	—	—	484	0,014	6,78	20	ГОСТ 1050—52
		Болт М8×20 тип «К»								160	0,016	0,26		
		Болт М8×25 тип «К»								28	0,02	0,56		
2	ОСТ 20 003—38	Шпилька М8×20	—	—	—	—	—	—	—	24	0,01	0,24	20	ГОСТ 1050—52
		Гайка М8								696	0,006	4,18	15	
3	ГОСТ 5915—51	Винт самонарезающий Ø 4×15 с полукруглой головкой	—	—	—	—	—	—	—	102	0,01	1,02	20	ГОСТ 1050—52

подвески, прокладки, крепеж и прочие детали. Это облегчает нахождение деталей монтажного чертежа в комплектовочной ведомости.

2) Номера чертежей, по которым должны изготавливаться те или другие детали.

3) Место установки труб, арматуры и прочих изделий на судне, т. е. район, борт, палуба, платформа.

4) Размеры труб: их сечение, толщина стенок, длина. Эти данные необходимы для изготовления труб, так как на монтажных чертежах толщина стенок и длина труб не указываются. Длина труб часто указывается в ведомости приблизительно.

5) Количество деталей на комплект. Если в данном монтажном чертеже применяется ряд одинаковых изделий, например раструбы, крепеж и другие, то в этой графе будет стоять соответствующее число, определяющее количество одинаковых деталей, необходимых на комплект.

6) Теоретический вес труб, арматуры и других деталей.

Под теоретическим весом какого-либо изделия понимается вес этого изделия, полученный в результате вычисления его по размерам деталей, указанных в чертеже. При изготовлении же этого изделия по тому же чертежу его фактический вес будет несколько отличаться от теоретического. Если фактический вес изделия превысит теоретический, то принято говорить, что изделие изготовлено с «перевесом», в противном случае — с «недовесом». Недовес или перевес получается в результате того, что при выполнении изделия его фактические размеры будут отличаться от заданных в чертеже.

Фактический вес определяется взвешиванием на весах. При постройке судна строго учитывается его весовая нагрузка, а поэтому все изделия, устанавливаемые на корабле, подвергаются весовому контролю, чтобы не допустить перевеса сверх положенной нормы. Норма перевеса на каждое изделие или на определенную группу узлов и деталей устанавливается техническими условиями в процентах.

Так, например, теоретический вес какой-либо трубы 54 кг, фактический вес ее 56 кг. Следовательно, труба будет иметь абсолютный перевес  $56 - 54 = 2$  кг, что составляет  $(2 : 54) \times 100 = 3,7\%$  от теоретического веса.

7) Марки материалов и номера государственных общесоюзных стандартов (ГОСТ) на них.

8) Наименование и количество крепежа (болтов, гаек).

В процессе изготовления труб и арматуры, а также при монтаже системы необходимы дополнительные указания о выполнении ряда конкретных требований для обеспечения качественной работы системы.

Обычно такие указания даются в технических условиях (ТУ); они разрабатываются в виде ведомственных нормалей и распространяются на всю отрасль производства или действуют лишь на

отдельных предприятиях. Технические условия говорят о том, каким должно быть изделие, деталь, механизм или система в целом, чтобы выполнять те задачи, для которых оно предназначено.

Если по одному чертежу будут изготавливаться две одинаковые вентиляционные трубы, то после их изготовления может случиться, что одна труба будет отличаться от другой в размерах, так как при заготовке деталей, сборке и сварке могут применяться различные оборудование, инструмент и методы работы. Трубы могут также отличаться по кривизне поверхностей, чистоте сварных швов и другим признакам.

От качества изготовления трубы будет зависеть, как эта труба будет отвечать возложенной на нее задаче. Так, например, если при стыковании под сварку одна кромка оказалась ниже другой, то эта неровность будет тормозить поток воздуха, что снизит пропускную способность трубы. Если стенки трубы будут иметь большие бухтины, неровности — это также будет увеличивать сопротивление воздушному потоку, вызывать вибрации и шум во время работы вентиляции.

Вот почему необходимо уточнить пределы допустимых отклонений от конструкции, изображенной на чертеже, и оговорить допускаемые при изготовлении труб неровности стенок, выступы усиления сварных швов и другие данные, от которых зависит работа трубы.

В технических условиях на изготовление отдельных вентиляционных труб указываются допуски на точность изготовления, способы сварки и антикоррозийной защиты, величина давления, которое должна выдерживать труба при испытаниях на прочность и непроницаемость, процент перевеса и т. д.

В технических условиях на изготовление арматуры и других изделий, которые могут применяться в массовых количествах и на разных судах, добавляются требования по обеспечению их взаимозаменяемости.

Для определения требований к монтажу системы судовой вентиляции существуют технические условия на монтаж и испытания, в которых изложены технические требования на монтаж и правила приемки и испытания вентиляции на судне.

Организация производства учитывает все требования технических условий; ими же руководствуется в своей деятельности и технический контроль при приемке готовой работы. Естественно, что технические условия оказывают непосредственное влияние как на технологию отдельных деталей, так и на монтаж вентиляции.

Для рациональной организации производства разрабатывается технологический процесс. Исходными данными для него являются рабочие чертежи и технические условия.

Рабочий технологический процесс определяет последовательность производства работы, состав и чередование отдельных опе-

раций по заготовке деталей, сборке, сварке и других. При этом указываются необходимое оборудование, инструмент, приспособления и оснастка, с помощью которых производятся отдельные операции. В технологическом процессе закладываются достижения и передовой опыт новаторов производства.

Формы технологического процесса могут быть различными, но в их состав всегда будут входить следующие основные элементы:

1) заготовка деталей — указываются род и последовательность операций по заготовке отдельных деталей, из которых собирается изделие;

2) сборка — последовательность сборки отдельных деталей или изделий в целом под сварку, клепку или другой способ соединения; указываются применяемые при этом приспособления;

3) соединение отдельных деталей — указываются способ соединения (сварка, пайка, клепка, болтовое и т. п.), режимы сварки;

4) испытание изделия на прочность, непроницаемость и другие требования; при этом указываются методы испытания;

5) окончательная обработка — окраска, оцинковка, хромирование и другие.

Технологический процесс не является неизменным; он постоянно совершенствуется на основе достижений науки и техники, внедрения более совершенного оборудования и передового опыта новаторов производства.

На основе технологических процессов составляются технологонормировочные карты, где указаны разряд работы, трудоемкость и стоимость отдельных операций. По ним выписываются рабочие условия (наряды) на производство работы.

Технологический процесс на монтаж судовой вентиляции определяет последовательность всего комплекса работ, необходимого для установки креплений, вентиляционных стаканов, арматуры, вентиляторов, труб, соединений их между собой для испытания и сдачи системы в действие.

С целью определения способов осуществления отдельных операций, а также работы на оборудовании, инструменте и т. д. выпускаются специальные инструкции. Эти инструкции говорят, как наиболее правильно и рационально выполнять различные производственные операции. Рабочие инструкции обычно дополняют и конкретизируют наиболее часто применяемые операции.

Так, например, инструкция по правке труб после сварки определяет методику правки труб; инструкция по вырезке круглых резиновых прокладок на специальном приспособлении — способ установки данного приспособления на сверловочный станок, регулировку резки нужного диаметра прокладки, последовательность работы.

Технологический процесс и инструкции являются важными техническими документами. Знание и выполнение их в процессе производства обязательны.



Для лучшего использования материала при изготовлении труб вентиляции составляются карты раскроя.

На рис. 16 приведен пример карты раскроя листа с габаритом  $1 \times 1000 \times 2000$  для вырезки деталей труб вентиляции. На карте изображен контур листа с нанесенными на нем контурами деталей труб. В таблице комплектации деталей, сопутствующей карте раскроя, указаны номера монтажного чертежа и номера

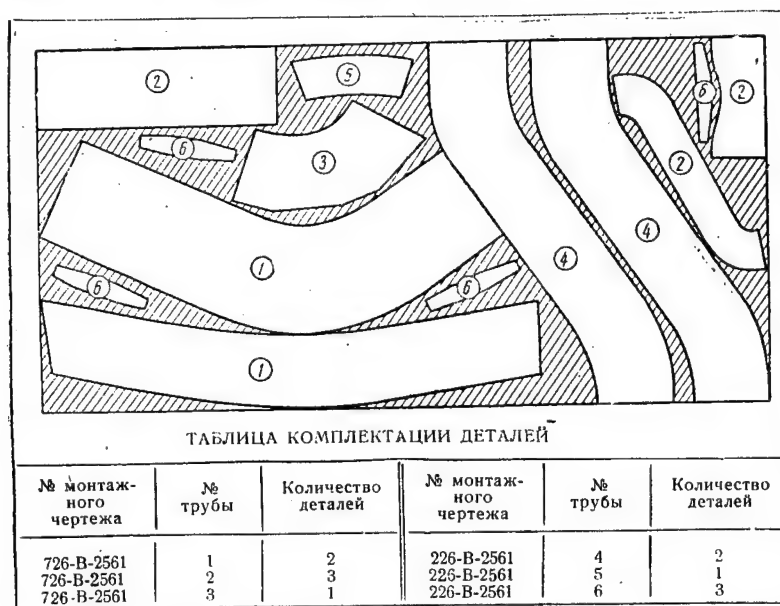


Рис. 16. Карта раскроя материала для изготовления труб вентиляции по монтажному чертежу № 726-B-2561; габариты листа  $1 \times 1000 \times 2000$ ; материал — Ст. 3.

труб по нему, а также количество расположенных на данном листе деталей, относящихся к одной трубе.

Из рисунка видно, что на данном листе размещены детали разных труб: две детали трубы № 1, три детали трубы № 2, одна деталь трубы № 3 и т. д. Остальные детали этих труб попали в раскрой других листов.

Для того чтобы изготовить трубы на какой-либо один монтажный чертеж, необходимо раскроить металл по нескольким картам раскроя, вырезать и скомплектовать детали, имеющие одинаковые номера. Карты раскроя и чертежи помогают производить более экономичный раскрой листов.

### ГЛАВА III

## ОБОРУДОВАНИЕ ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ И ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

Оборудование и инструмент при изготовлении труб вентиляции, вентиляционной арматуры, деталей крепления, а также при монтаже вентиляции определяются необходимыми при этом технологическими операциями.

При работах по вентиляции применяются правильные и гибочные вальцы для правки и гибки листового металла толщиной от 0,5 до 4 мм; гильотинные ножницы и прессы для резки и штамповки деталей; вибрационные и роликовые ножницы; кромкогибочные станки для гибки листового металла на угол; сверловочные и другие станки; разное оборудование и инструмент.

Каждый рабочий, занятый на работах по изготовлению деталей судовой вентиляции, должен знать основные методы обработки металла и применяемые при этом оборудование и инструмент.

### § 7. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПРАВКА МЕТАЛЛА

Листовой металл (сталь, дуралюмин, оцинкованное железо и другие), поступающий на обработку, может иметь бухтины. Для того чтобы обеспечить правильную разметку и определенную точность при изготовлении деталей, его необходимо выправить.

Для правки листов применяются правильные вальцы, которые состоят из двух рядов цилиндрических валков, расположенных в шахматном порядке (рис. 17, а).

Правка листов на них производится следующим образом. Лист закладывается между вращающимися валками. Под действием сил трения, возникающих между валками и поверхностью выправляемого листа, последний протягивается в вальцах. При этом лист изгибается под каждым из валков и выправляется.

Правка тонких листов производится на вальцах с большим количеством валков, а толстых листов — на вальцах, имеющих от 2 до 9 валков.

Валки приводятся в движение электромотором и могут вра-

щаться в различных направлениях. Для правки листов различной толщины верхние валки можно поднимать относительно нижних.

В процессе обработки правке в вальцах подвергаются не только листы, но и детали, например, после резки или сварки.

При правке для растягивания натянутых участков и уничтожения бухтин на места с указанными дефектами кладут прокладки из узких полосок стали. Если листы имеют большие бухтины и

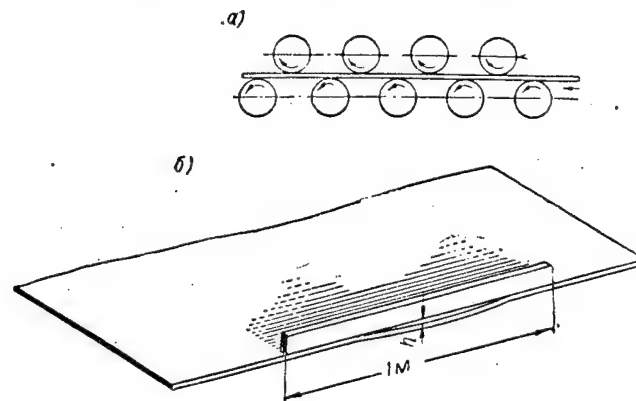


Рис. 17. Правка листов в вальцах: а — схема вальцов; б — схема измерения стрелки прогиба.

выпучины, то их предварительно рихтуют на плите, затем правят на вальцах.

При работе на вальцах необходимо следить за тем, чтобы в них не попадали посторонние предметы, а металл перед вальцовкой был очищен от грязи.

Для правки применяются также трехвалковые гибочные вальцы. В них лист закатывается по дуге, вытягивается и бухтины выравниваются. После этой операции лист переворачивают и закатывают в обратном направлении, в результате чего изгиб выправляется и лист выходит ровным.

В процессе работы часть деталей или узлов приходится править вручную. Для этой цели на участках имеются чугунные плиты. При ручной правке удары молотком производятся по натянутым местам листа, уложенного на плиту. Правка мягкого листового металла (латунь, оцинкованное железо, медь) осуществляется деревянным молотком (киянкой). Сортовой материал небольших габаритов (уголок, полосульб, швеллер и другие) правится на плите вручную или на правильных вальцах. Рабочая плоскость правильной плиты должна быть ровной, не иметь зазубрин и других изъянов. На ней не рекомендуется производить другие работы, кроме правки.

В зависимости от того, для каких изделий предназначается деталь или лист, из которого изготавливаются детали, допускается

определенная степень кривизны их поверхности. Кривизна определяется величиной  $h$  (рис. 17, б), равной стрелке прогиба плоскости листа или отдельной детали на 1 пог. м длины.

Для определения стрелки прогиба на лист накладывают стальную линейку или выверенную деревянную рейку и замеряют наибольший зазор между линейкой и листом. Наибольший зазор (в мм) между линейкой и поверхностью листа будет определять стрелку прогиба на данном участке листа.

Допустимая величина стрелки прогиба листов или отдельных деталей определяется техническими условиями.

#### § 8. РАЗМЕТКА И РАЗМЕТОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Поступающий в мастерскую материал до начала операции обработки размечается в соответствии с чертежами и технологическими картами. Перед разметкой листового или профильного металла следует убедиться в соответствии марки материала, его толщины и номера профиля требованиям чертежа.

Необходимо внимательно изучить чертеж, так как от этого во многом зависит качество разметки. В результате разметки получают контуры деталей для последующей обработки. Детали, вырезаемые из одного материала, необходимо при разметке располагать так, чтобы получить наименьшее количество отходов. Если при раскрое листа все же получается остаток, то нужно разметить детали так, чтобы этот остаток имел наибольший возможный размер.

Разметка деталей производится на разметочных столах или стелюгах. Методы разметки и употребляемый при этом инструмент выбираются в зависимости от характера дальнейшей обработки, материала, габаритов и требуемой точности деталей.

Разметка прямых линий под механическую резку на гильотинных и пресс-ножницах производится отбиванием меловой линии натянутой ниткой или нанесением засечек стальной чертилкой. Если детали имеют контур, состоящий из ряда прямых и кривых линий, то полный контур детали вычерчивается посредством чертилки. Линии контура, являющиеся дугами окружностей, или круглые детали размечаются циркулем. Окружности с большими радиусами наносят при помощи циркуля на штанге (штангенциркуля). Разметка кривых или лекальных контуров деталей производится чертилкой по изогнутой деревянной рейке или по пружинному лекалу.

Размеры проставляются с помощью стального метра или линейки. Прямые углы откладываются по разметочному угольнику, острые и тупые — по транспортиру. Центры окружностей под сверловку для вырезки отверстий наносятся кернером. Острие кернера устанавливается в точку пересечения рисок, являющуюся центром окружности.

Инструмент, применяющийся при разметке, показан на рис. 18.

Под газовую резку, а также механическую обработку (фрезерование, строгание) разметка производится кернером. В случае резки крупных листов на более мелкие для их последующей разметки на детали допускается разметка мелом. Необходимо учитывать, что линия обрезки должна проходить по центрам лунок, полученных с помощью кернера.

Разметка деталей из листов алюминия и алюминиевых сплавов производится латунной чертилкой или карандашом. Применение

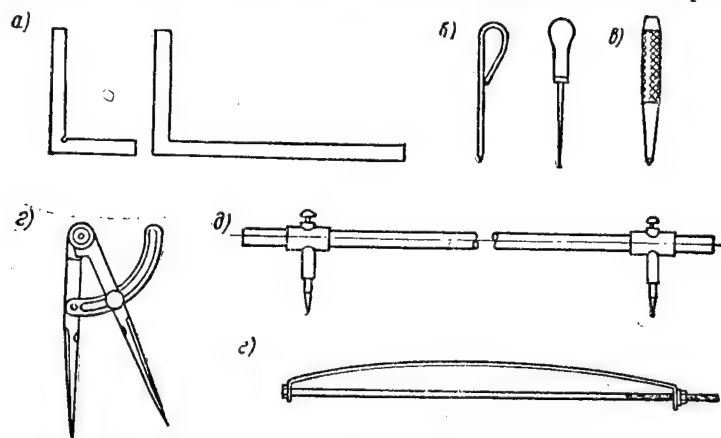


Рис. 18. Инструмент для разметки: а — угольники; б — чертилки; в — кернер; г — циркуль; д — штангенциркуль; е — пружинное лекало.

ние для разметки таких деталей стальных чертилок или кернеров недопустимо, так как нанесение этими инструментами риск нарушает лакирующий слой, защищающий алюминиевые сплавы от коррозии. Кроме того, глубокие риски будут способствовать образованию трещин при гибке деталей, если линия, показывающая место изгиба, совпадет с линией риска.

Разметку листов из цветных сплавов производят на деревянных столах.

При наличии большого количества одинаковых деталей разметку контуров и отверстий производят по разметочным шаблонам или кондукторам. Применение их дает большую экономию времени и повышает точность разметки. Иногда в рабочих чертежах не указываются некоторые размеры деталей, так как их невозможно определить заранее. В таких случаях разметка деталей производится по шаблону или по замерам, снятым с места.

Для точного выполнения операции разметки необходимо содержать разметочный инструмент в исправности и уметь проверять его точность. Линейки обычно проверяют по контрольной плите, стороны угольника — наложением на них точных линейек. Точность прямого угла проверяют следующим образом: по одной

стороне угольника наносится риска на расстоянии 30 мм от прямого угла, по другой стороне — на расстоянии 40 мм. Длина прямой, соединяющей точки пересечения рисок и сторон прямого угла, должна быть равна 50 мм. Чертящая ножка циркуля должна быть остро заточена и закалена, а винт — прочно фиксировать раствор его ножек. Острие разметочного кернера должно быть правильной формы. В случае изменения формы острия — его сдают в инструментальную кладовую для заточки. Чертилка должна иметь заостренный наконечник.

#### § 9. РЕЗКА МЕТАЛЛА

Для прямолинейной резки листовой стали толщиной от 1 до 10 мм применяют гильотинные ножницы с приводом от электромотора, показанные на рис. 19.

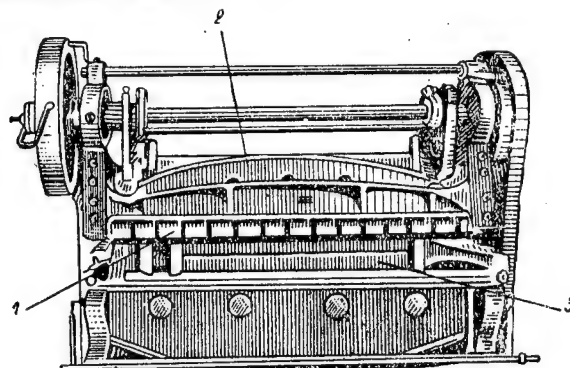


Рис. 19. Гильотина — машина для резки листового металла.

1 — упоры; 2 — верхний нож; 3 — нижний нож.

Гильотинные ножницы имеют ножи длиной от 1 до 2,5 м. Верхний нож при помощи кривошипно-шатунного механизма перемещается относительно нижнего неподвижного ножа, укрепленного на станине. Вращение кривошипно-шатунного механизма через систему шестерен производится от электродвигателя.

Для того чтобы в процессе резки кромка разрезаемого листа не поднималась и не смещалась вместе с ножом, опережая его, опускаются упоры, прочно прижимающие лист к столу. Для резки деталей одинаковой ширины с параллельными кромками сзади ножиц установлены передвижные упоры, ограничивающие перемещение листа за линию обрезки. Установив упоры на требуемую ширину, можно производить резку без разметки. Для облегчения передвижения листа при резке около гильотины устанавливается рольганг.

Для работы на ножницах включают электродвигатель, закладывают лист на стол под верхний нож до упора или так, чтобы риски разметки листа совпадали с обозначенной световым лучом линией обрезки, и нажимают на ножную педаль. Нож, перерезая лист, производит одно поступательно-возвратное движение и останавливается в верхнем крайнем положении.

Гильотинные ножницы при правильной работе и уходе за ними обеспечивают качественную и быструю резку листового металла. Не допускается резка листов толщиной больше, чем указано в паспорте ножниц. Убирать отрезанные листы и детали из-под гильотинных ножниц во время их работы нельзя, так как это может привести к несчастным случаям.

Для удобства уборки деталей из-под ножниц за нижним ножом ставится наклонный лист; скользя по нему, отрезанные детали сползают за станину ножниц, что позволяет брать детали во время их работы.

Для криволинейной резки и вырезки кругов из листового материала толщиной до 2 мм применяют дисковые ножницы с ручным или моторным приводом.

На рис. 20, а показаны дисковые ножницы с приводом от электромотора. Ножи, имеющие форму диска, во время работы вращаются в разные стороны, силой трения втягивают лист и разрезают его. Для точной вырезки кругов разных диаметров заготовка зажимается между центрами циркульного устройства. Посредством циркульного устройства на дисковых ножницах можно вырезать отверстия в листовой стали. Для вырезки отверстий разных диаметров хобот циркульного устройства может перемещаться по штанге.

При резке листов больших размеров циркульное устройство поворачивается вокруг горизонтальной штанги на 180°, что позволяет использовать опорную площадку для поддержания листа в процессе резки.

Для вырезки деталей сложных контуров из листового металла и отверстий в них применяются вибрационные ножницы. Эти ножницы (рис. 20, б) позволяют резать сталь толщиной до 2 мм, дуралюмин — до 3 мм и медь — до 4—5 мм. Работа вибрационных ножниц производится за счет быстрых колебаний верхнего ножа (закрепленного на верхнем ножедержателе) относительно нижнего (который закреплен на нижнем ножедержателе). Верхний нож производит до 1400 колебаний в минуту и приводится в движение специальным эксцентриковым механизмом от электродвигателя. Включается электродвигатель. Разрезаемый лист кладется на площадку. При помощи педали нижний нож поднимается к верхнему ножу, который быстрыми короткими движениями прорекает металл.

Универсальные пресс-ножницы применяются для резки листовой стали, угольников, круглого и квадратного профильного металла, для пробивки отверстий разной формы. Они представляют

собой соединение в одно целое пресс-ножниц, прессы и устройство для прорезания отверстий в кромках листовой стали.

Описанные выше пресс-ножницы бывают различной мощности и могут производить резку металла разной толщины. Так, например, пресс-ножницы мощностью 60 т могут резать полосы стали толщиной до 13 мм, перерезать прутки диаметром до 42 мм,

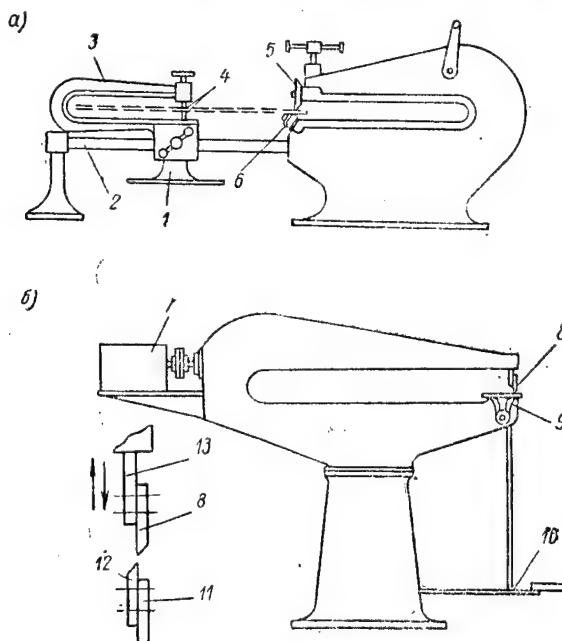


Рис. 20. Машины для резки листового металла: а — дисковые ножницы; б — вибрационные ножницы.

1 — опорная площадка; 2 — штанга; 3 — хобот циркульного устройства; 4 — циркульное устройство; 5 и 6 — ножи; 7 — электродвигатель; 8 — верхний нож; 9 — площадка; 10 — педаль; 11 — нижний ножедержатель; 12 — нижний нож; 13 — верхний ножедержатель.

квадратные прутки со стороной до 38 мм и пробивать отверстия диаметром до 18 мм в листах толщиной до 18 мм.

Для резки тонколистового металла применяется ручной инструмент. Ручными ножницами (рис. 21, а) можно разрезать листовую сталь толщиной до 0,7 мм, листы меди и латуни толщиной до 1,5 мм, листы дюралюмина толщиной до 1 мм.

При резке металла этими ножницами их нужно раскрывать не полностью (при полном раскрытии они будут выталкивать лист). Резку производят на верстаке, располагая материал таким образом, чтобы во время работы ножниц нижняя щека их опиралась на верстак. Необходимо следить, чтобы лезвия ножниц



плотно прилегали друг к другу. Винт должен быть подтянут, так как при ослабленном винте ножницы будут сминать лист. Трудящиеся части щек около винта рекомендуется смазывать маслом.

Для разрезания листового металла толщиной 2—2,5 мм применяются рычажные ножницы (рис. 21, б). Такие ножницы обычно устанавливаются на легких стальных подставках и могут свободно переноситься. Нижний нож посредством винтов крепится на станине, а верхний — на рычаге. При повороте рукоятки нож-

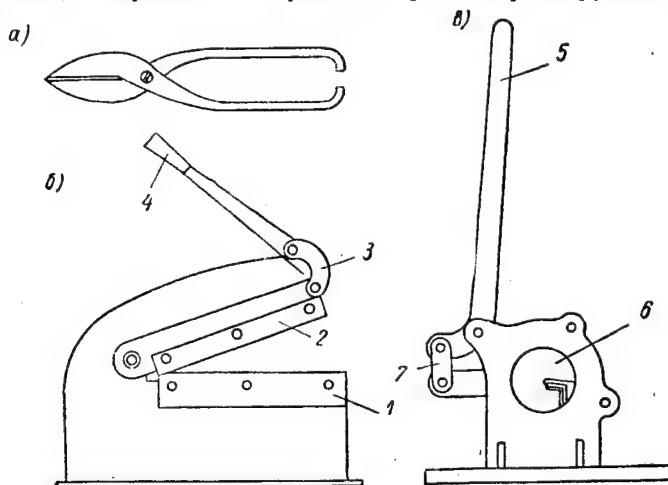


Рис. 21. Ручной инструмент для резки металла:  
а — ручные ножницы; б — рычажные ножницы; в — ручные переносные ножницы для резки угловой стали.  
1 — нижний нож; 2 — верхний нож; 3 — промежуточный рычаг;  
4 и 5 — рукоятки; 6 — щека; 7 — промежуточная тяга.

ниц на себя верхний нож под действием промежуточного рычага опускается вниз и разрезает металл.

Резка стальных и дуралюминовых угольников размером 30 × 30 × 3 и меньших размеров осуществляется с помощью переносных рычажных ножниц различных конструкций, одна из которых показана на рис. 21, в. Разрезаемый угольник закладывается в вырез щеки. Движением рукоятки через промежуточную тягу нож, находящийся внутри корпуса, поворачивается и разрезает угольник.

Переносные ножницы для удобства резки закрепляются в тисках или на металлическом стуле.

Для резки листового металла по прямолинейным и криволинейным контурам применяются ручные вибрационные электрические (типа Н-30 или Н-31) или пневматические ножницы. Ножницами Н-30 можно резать металл толщиной до 1,5 мм, а типа Н-31 — толщиной до 2,7 мм. Пневматические вибрационные ручные ножницы приводятся в действие сжатым воздухом, подвод-

мым по шлангу, а так как к месту постройки судна всегда подведен сжатый воздух, то при работе не в цехе, а на судне пневматические вибрационные ножницы имеют большие преимущества перед электрическими.

Одним из эффективных способов резки металлов является газовая резка, широко применяемая для резки стали. При помощи газовой резки производится вырезка некоторых деталей с криволинейными и фигурными контурами из стали толщиной 3 мм и выше.

Газовая резка прямолинейных контуров на тонколистовой стали невыгодна, и ее следует применять только на монтажных работах, в местах, где не представляется возможным использовать механическую резку.

#### § 10. ШТАМПОВКА

Одним из видов механизации работ при изготовлении деталей для судовой вентиляции является холодная штамповка. Она представляет высокопроизводительный метод обработки, главным образом, листового материала на прессах посредством специальных инструментов — штампов.

Применяются следующие виды штамповки:

- 1) **вырезка** — получение из листа или заготовки плоских деталей различной формы. Детали этой группы могут быть готовыми изделиями, а также заготовками для следующих операций;
- 2) **гибка** — придание заготовкам заданной формы;
- 3) **вытяжка** — получение из плоских или полных заготовок полых деталей заданных форм и размеров.

Сложная штамповка представляет различные комбинации указанных выше видов, осуществляемые за один рабочий ход пресса.

Отрезными штампами производят отрезку деталей от полосы, вырезными или вырубными — вырезают детали по нужному контуру, пробивными — пробивают отверстия разнообразной формы.

Примеры различных видов штамповки приведены на рис. 22.

Примером вырубного штампа является штамп, действующий по схеме, изображенной на рис. 22, а. Для вырубки заготовки круглого фланца полоса кладется на матрицу штампа. Пуансон, опускаясь вниз, вырубает из полосы круг. Готовый фланец получается посредством холодной штамповки: вырубкой по внешнему контуру, пробивкой внутреннего отверстия и отверстий под болты.

Рис. 22, б знакомит со схемой устройства гибочного штампа. Матрица и пуансон имеют форму скобы, которую требуется получить в результате штамповки. Заготовка полосы кладется на матрицу. Для того чтобы заготовка занимала определенное положение, на матрице устанавливается упор. При движении пуансона вниз полоса изгибается, обжимается между пуансоном и

матрицей и принимает нужную форму. В результате гибки получается скоба подвески для труб вентиляции.

Схема вытяжного штампа показана на рис. 22, в. Штамп для вытяжки деталей колена вентиляционной трубы круглого сечения состоит из пуансона и матрицы. Как видно из чертежа, в теле матрицы сделано углубление, имеющее форму детали. Форма и

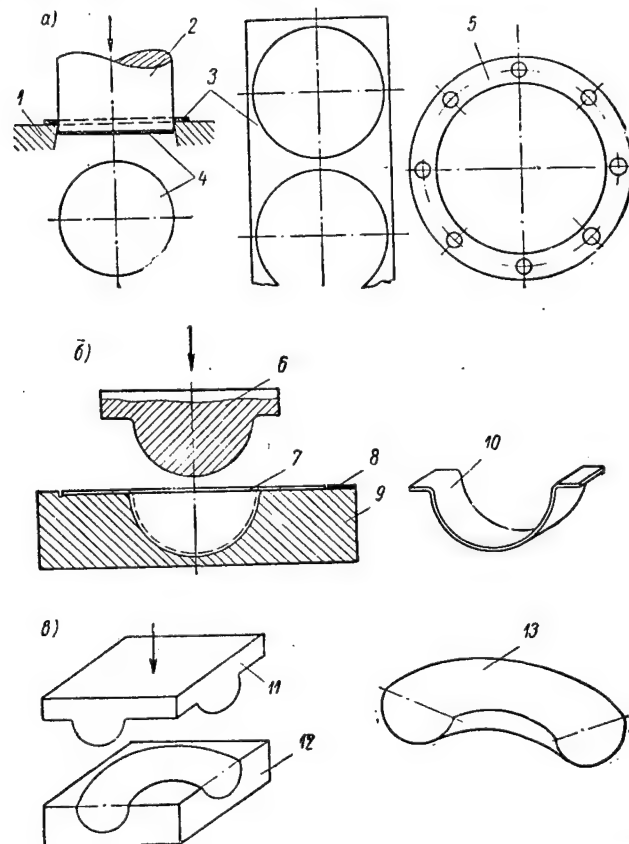


Рис. 22. Виды штамповки: а — схема вырубki; б — схема гибки; в — схема вытяжки.

1, 9 и 12 — матрицы; 2, 6 и 11 — пуансоны; 3 и 7 — штампуемые полосы; 4 — круг; 5 — фланец; 8 — упор; 10 — скоба; 13 — деталь круглого колена.

размеры матрицы соответствуют внешним размерам половинки колена. Заготовка детали, вырезанная из листа нужной толщины, кладется на матрицу; при движении пуансона вниз лист изгибается и вытягивается, принимая форму пуансона, в результате чего получается деталь круглого колена, изображенного на рисунке.

Процесс штамповки производится на прессах. На рис. 23 показан эксцентриковый пресс мощностью 110 т. На установочном столе пресса посредством болтов закреплена матрица штампа; пуансон крепится на подвижной части пресса — ползуне.

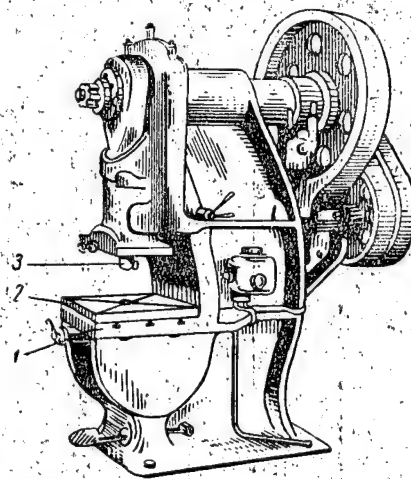


Рис. 23. Эксцентриковый пресс мощностью 100 т  
1 — стол; 2 — матрица; 3 — пуансон.

Штамповка деталей для судовой вентиляции обычно осуществляется на эксцентриковых кривошипных прессах мощностью от 5 до 250 т. Для вытяжки деталей грибовидных головок и рас-трубов используются гидравлические прессы.

#### § 11. ГИБКА

Для изготовления вентиляционных труб, стаканов, комингсов и других деталей применяется операция гибки. В процессе гибки

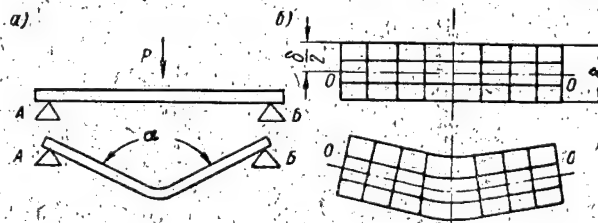


Рис. 24. Схема состояния волокон металла при гибке.

происходят явления, которые изображены на рис. 24. Если положить лист (рис. 24, а) на две опоры А и Б и нагрузить его силой Р,

го он под действием этой нагрузки изогнется. Величина изгиба будет определяться углом  $\alpha$ . При гибке происходит растяжение металла с одной стороны и сжатие с другой. На рис. 24, б показана частичка листа толщиной, равной  $\delta$ , до и после изгиба. При изгибе волокна металла, расположенные по линии  $OO$ , которая называется нейтральной, не меняют своей длины; волокна, расположенные выше линии  $OO$ , сжимаются, а расположенные ниже линии  $OO$ , наоборот, растягиваются.

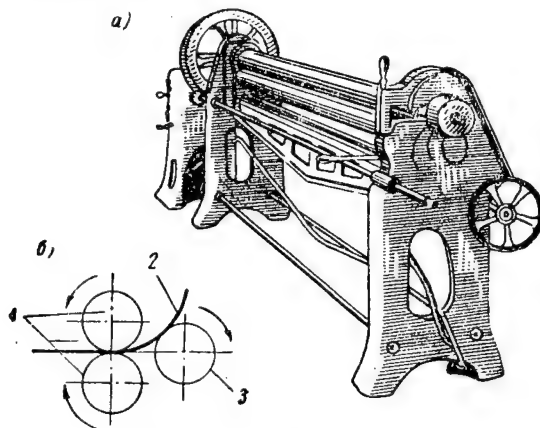


Рис. 25. Трехвалковые гибочные вальцы:  
а — внешний вид; б — схема работы.  
1 — первые валки; 2 — металлический лист;  
3 — третий валок.

Для получения из листов цилиндрических или конических заготовок применяются трехвалковые гибочные вальцы, внешний вид которых показан на рис. 25, а.

Работа этих вальцов схематически изображена на рис. 25, б. Они имеют два валка, расположенных один над другим; третий же валок находится справа. Во время работы два первых валка вращаются в направлениях, указанных стрелками. Между валками закладывается металлический лист, который силой трения протягивается направо и изгибается третьим валком. Верхний валок может перемещаться относительно нижнего в вертикальном направлении. Один конец его делается съемным, что позволяет снимать согнутые цилиндрические обечайки. Это особенно важно при свертывании тонкостенных труб и их правки после сварки.

Для гибки профильного проката, например, угольников применяются гибочные вальцы, которые имеют на валках выточки для прохода одной полки уголка. Принцип их действия аналогичен описанному выше.

Гибка листового материала под разными углами осуществляется на специальных загибочных машинах — кромкогибочных

станках. Они позволяют гнуть металл по прямой линии изгиба.

Принцип работы загибочного станка показан на рис. 26. Лист зажимается между нижней неподвижной и верхней подвижной губками. Нижняя губка на станках крепится к нижней балке, а верхняя — к верхней. Верхняя балка в случае необходимости вертикально перемещается относительно нижней; это позволяет зажимать между ними листы разной толщины. Справа от нижней губки имеется гибочная линейка, закрепленная на фартуке. Фартук может поворачиваться вокруг полусей, расположенных по его концам (положение фартука при различных углах поворота показано пунктиром).

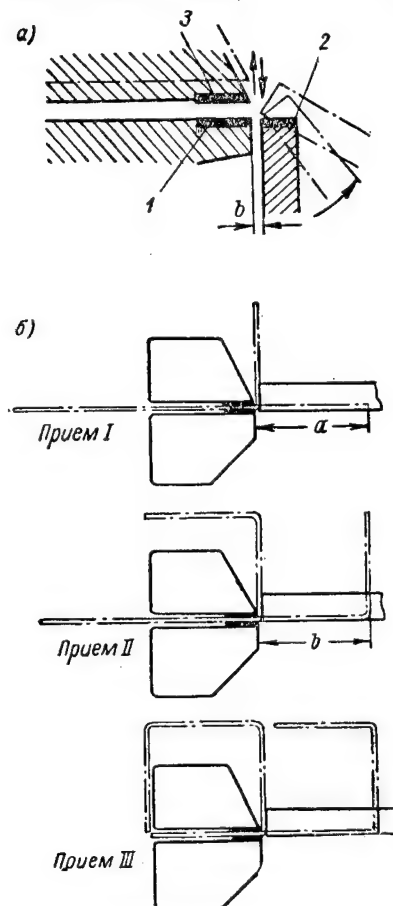


Рис. 26. Гибка кромок:  $a$  — схема работы гибочного станка;  $b$  — пример гибки трубы.

1 — нижняя губка; 2 — гибочная линейка; 3 — верхняя губка.

диусами изгиба. Чем тоньше лист и чем меньше радиус изгиба необходимо получить, тем меньше должно быть расстояние  $b$ .

Загибочные станки бывают двух видов: ручные, у которых закрепление листа между губками производится с помощью ма-

Принцип работы станка будет понятен на примере гибки прямоугольной трубы, производимой за три приема. Для гибки лист зажимается между губками с таким расчетом, чтобы его кромка выступала на нужную длину  $a$ ; фартук поворачивается вверх, и кромка листа изгибается (прием I); затем фартук поворачивается вниз, верхняя губка поднимается и лист освобождается. Для второго изгиба лист перемещается на нужную величину  $b$  вправо, снова зажимается, и поворотом фартука станка (прием II) производится второй изгиб. После приема III получается заготовка трубы.

Расстояние  $b$  между торцевой поверхностью нижней губки и фартуком (рис. 26,  $a$ ) посредством специального устройства может меняться. Это предусмотрено для обеспечения гибки материалов разной толщины с различными ра-

ховика, а поворот фартука непосредственно через рукоятку, прикрепленную к нему, и приводные, у которых операции закрепления листов и поворота фартука производятся электродвигателем, при помощи рычагов управления. Для гибки листов на определенный угол к станку устанавливают специальную шкалу, указывающую, на какой угол нужно повернуть фартук, чтобы получить нужный угол изгиба.

Ручные загибочные машины применяются для гибки листов толщиной до 2 мм и длиной до 1,5 м. В приводных машинах длина губок достигает 3 м. На них можно гнуть материал толщиной до 5 мм. Для гибки деталей в виде замкнутых коробок (например, труб прямоугольного сечения) у некоторых станков верхняя балка поворотная. Отделяя от станины один конец балки, ее можно поворачивать вокруг оси, проходящей через другой конец балки; это позволяет снять изогнутую коробку с балки и после этого установить и закрепить ее в прежнем положении.

При работе на гибочных станках нельзя допускать гибку металла, толщина которого превышает указанную в паспорте.

Для гибки скоб толщиной до 4 мм и шириной до 80 мм применяют специальные ручные гибочные станки. Если необходимо произвести гибку большого количества одинаковых скоб, то установка полос в гибочном станке производится по упору; это позволяет гнуть их без разметки и значительно ускоряет работу.

При гибке деталей на загибочных станках следует учитывать, что листовая сталь и другие металлы обладают упругостью и после гибки стремятся распрямиться на некоторый угол. Величина этого угла зависит от свойства металла, его толщины и радиуса гибки. Радиус гибки не должен быть меньше определенной, в большинстве случаев заданной чертежом величины, так как в противном случае произойдет разрыв растягиваемых волокон металла. Чем тоньше металл, тем меньше радиус гибки. При одинаковой толщине различных металлов радиус гибки допускается разный. Так, например, при толщине материала 3 мм минимальный внутренний радиус гибки равен: для углеродистой стали — 1,5 мм, для меди — 0,75 мм, для мягкой латуни — 1,2 мм, для алюминия — 1,7 мм и для дуралюмина — 6 мм.

Необходимо помнить, что разгибать загнутые детали совершенно недопустимо, так как это приводит к разрыву волокон в месте изгиба и образованию трещин.

## § 12. СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКОВАНИЕ И НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

**Сверление.** Сверление производится на сверлильных станках электрическими и пневматическими машинками. Детали сверлят по разметке, шаблону или кондуктору.

Для сверления применяются спиральные сверла (рис. 27, а). На цилиндрической рабочей части сверла имеются винтовые ка-

навки для отвода стружки из просверленного отверстия. Режущая часть сверла представляет конус, на котором имеются режущие кромки.

Для работы сверла большое значение имеет угол заточки конуса режущей части. Для сверления различных материалов необходимо брать сверла с таким углом заточки, который обеспечит наибольшую производительность и высокое качество работы.

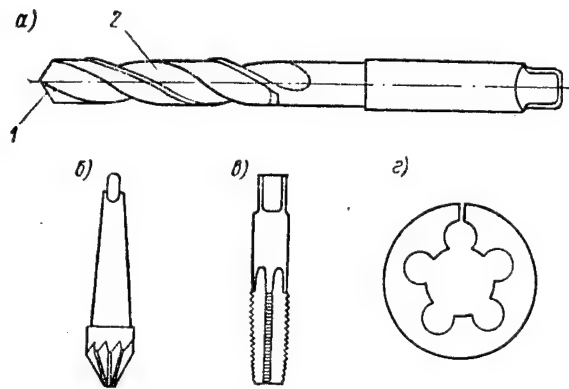


Рис. 27. Инструмент для сверления и обработки отверстий: а — спиральное сверло; б — коническая зенковка; в — метчик; г — плашка.

1 — режущая часть сверла; 2 — канавка для отвода стружки.

При сверлении различных материалов рекомендуется применять сверла со следующими углами заточки: сталь и чугун (средней твердости) —  $116-118^\circ$ , закаленная сталь —  $125^\circ$ , латунь и бронза —  $130-140^\circ$ , медь —  $125^\circ$ , алюминий —  $140^\circ$ , эбонит —  $85-90^\circ$ .

Для сверления закаленной стали, стекла, мрамора и других прочных материалов используются сверла с пластинками из твердых сплавов, применение которых повышает производительность.

Режущую кромку сверла нельзя сильно перегревать. При продолжительном сверлении к сверлу необходимо подводить охлаждающую жидкость.

Сверла нужно затачивать, не допуская их полного затупления. О затуплении можно узнать по свистящему звуку, возникающему при работе. Заточка сверл должна быть централизованной, однако иногда их приходится затачивать самому слесарю-судосборщику.

При заточке вручную сверло нужно держать левой рукой за рабочую часть возможно ближе к конусу, а за хвостовик — правой рукой. Режущую кромку сверла прижимают к боковой части заточного круга и движением правой руки поворачивают сверло



так, чтобы режущая кромка получила нужный уклон и приняла надлежащую форму.

Необходимо следить за тем, чтобы режущие кромки имели одинаковую длину и были заточены на одинаковый угол. Проверка угла наклона и длины режущей кромки производятся шаблоном. Для облегчения заточки сверл применяются приспособления, обеспечивающие нужный угол наклона.

Сверление отверстий в условиях заготовительного участка чаще всего производится на одношпиндельных вертикальных сверлильных станках. Для установки и закрепления деталей на столе сверлильного станка применяются машинные тиски, переставные угольники, призмы, кондукторы, прихваты с болтами и другие приспособления.

До начала работы следует проверить исправность сверлильного станка на холостом ходу и смазать его трущиеся части. Перед установкой сверла необходимо как его, так и отверстие шпинделя станка протереть чистой тряпкой; затем нужно ввести хвостовик сверла в коническое отверстие шпинделя, причем лапка хвостовика должна войти в выбивное отверстие плоскими сторонами. После этого сильным толчком вверх хвостовик плотно вставляется в отверстие шпинделя. В патрон сверло необходимо вставлять так, чтобы оно упиралось хвостовиком в его дно. В противном случае во время работы сверло поднимется и глубина сверления отверстия будет меньше заданной. Для сверления отверстий в конструкциях, имеющих большие габариты, применяются пневматические дрели.

В случае сверления на неисправном станке или машинке, при пользовании неисправным инструментом или приспособлением, а также вследствие неправильной установки и крепления деталей на столе станка может получиться брак. При сверлении тупым или неправильно заточенным сверлом поверхность отверстия получается грубой; такая же грубая поверхность отверстия может быть и от чрезмерно большой подачи сверла, недостаточного охлаждения, плохой установки сверла или изделия.

Размер отверстия получается больше заданного в том случае, если сверло имеет разные углы заточки, неодинаковые по длине режущие кромки и если оно неплотно установлено в шпинделе или качается в нем.

Смещение отверстия происходит в результате неверной разметки, при биении сверла или уводе его в сторону из-за неправильной заточки.

Производя сверление, необходимо внимательно следить за его качеством. При малейшем признаке неверного сверления его следует прекратить, выяснить и устранить причину ненормальной работы.

**Зенкование.** Зенкованием называется операция расширения выходной части отверстия. Применяемый для этой цели инструмент называется зенковкой. Наибольшее распространение полу-

чили конические зенковки (рис. 27, б) с углом конуса 30, 60, 90 и 120°; они применяются для снятия заусенцев, получения углублений под потайные головки винтов и заклепок, а также для центровки под отверстия. Для расширения выходной части отверстий под головки винтов и плоские шайбы применяются цилиндрические зенковки с торцевыми зубьями.

**Нарезание резьбы.** Для нарезания резьбы в отверстиях применяются метчики (рис. 27, в). Для закрепления в патроне или воротке метчик снабжен хвостовиком; у ручных метчиков он имеет квадратную форму. Заборная (режущая) конусная часть метчика первой входит в нарезаемое отверстие и совершает основную работу резания. Выше имеется калибрующая часть, зачищающая и калибрующая нарезаемое отверстие; канавки служат для вывода стружки.

Нарезание резьбы вручную осуществляется с помощью ручных метчиков, комплект которых состоит из двух или трех штук. Машинные метчики отличаются от ручных формой хвостовой части; для нарезания сквозных отверстий они имеют удлиненные заборную часть и хвостовик.

Диаметр отверстия, просверливаемого под резьбу, определяется по таблицам в зависимости от материала детали и типа резьбы. Так, например, для нарезания основной метрической резьбы диаметром 6 мм в чугуне и бронзе отверстие сверлится диаметром 4,9 мм, в стали и латуни — 5,0 мм, в стали для первой мелкой резьбы того же диаметра — сверлится 5,2 мм.

Для нарезания резьбы вручную метчик вставляется в вороток; он устанавливается в отверстие так, чтобы его ось совпадала с осью отверстия. Метчик вращается посредством воротка на один или полтора оборота в рабочую сторону, а затем на четверть или половину оборота в обратную. Последнее необходимо для разрушения стружки и облегчения нарезания резьбы.

Во время работы метчик необходимо смазывать. При работе по стали или латуни в качестве смазки рекомендуется применять вареное или сурепное масло, по красной меди — скипидар, по алюминию — керосин, а также разведенную эмульсию. Нельзя применять для этой цели машинное и минеральные масла, так как они увеличивают трение и износ инструмента. В случае нарезания резьбы в глубоких отверстиях или вязких металлах метчики необходимо периодически вывертывать и очищать отверстия от стружки.

Для нарезания наружной резьбы применяются плашки, которые представляют цельные или разрезные пластины с винтовой нарезкой отверстий. Эта нарезка имеет заборную и калибрующую части. Применяются круглые (рис. 27, г), квадратные, шестигранные или раздвижные плашки.

При нарезании резьбы необходимо правильно выбирать диаметр нарезаемого стержня. Для получения качественной резьбы стержень должен иметь чистую поверхность, а диаметр его дол-

жен быть меньше наружного диаметра резьбы на 0,3—0,4 мм. На самом конце стержня снимается фаска. После выполнения указанных требований стержень зажимают в тисках, накладывают на него сверху плашку и вращают ее по часовой стрелке (при правой резьбе).

С целью повышения производительности труда применяют механизированное нарезание резьбы ручными, пневматическими и электрическими дрелями, на сверлильных или резьбонарезных станках. Ручными дрелями нарезают резьбу до 6 мм.

Для нарезания резьбы посредством электрических или пневматических сверлильных машинок используют специальные насадки — редукторы, дающие возможность уменьшить число оборотов и увеличить усилие на патроне.

### § 13. КЛЕПКА

Клепкой называется процесс соединения двух или нескольких деталей при помощи заклепок. Клепка подразделяется на холодную, горячую и смешанную. Холодная клепка производится без нагрева заклепок (заклепками диаметром до 8 мм).

В работах по судовой вентиляции применяется холодная клепка.

Стержень заклепки имеет на одном конце головку, а на другом небольшую конусность. Тип и диаметр заклепок указываются на чертеже. Длина стержня заклепки не должна превышать пяти его диаметров.

Клепка называется обыкновенной, если обе головки заклепки находятся над поверхностью склепываемых деталей, и потайной — если головки не выступают над ними.

Наиболее часто клепка производится заклепками с полукруглой и потайной головками (рис. 28, а). Применяются также заклепки с полупотайной, плоско-конической и плоской головками.

Клепка (рис. 28, б) производится в следующем порядке. Подлежащие соединению детали накладываются одна на другую так, чтобы отверстия, просверленные под заклепки, совпали, после чего в них вводят заклепку; при помощи натяжки (засадки) осаживают склепываемые листы и прижимают их к головке заклепки; закладная головка упирается в поддержку, которая имеет выемку по форме головки; ударом молотка осаживают выступающий конец стержня заклепки, затем ударами специального инструмента — обжимки — придают ему необходимую форму.

Для образования полукруглой замыкающей головки необходимо, чтобы длина выступающей части стержня (рис. 28, в) равнялась 1,25—1,5 его диаметра, а для головки впотай эта длина должна составлять 0,8—1,2 диаметра заклепки.

Отверстия под заклепки обычно просверливаются и должны иметь диаметр несколько больше диаметра заклепок. Величина

диаметров отверстий под различные диаметры заклепок приведена в табл. 4.

Таблица 4  
Величина диаметров отверстий под диаметры заклепок, мм

Диаметр заклепок . . .	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0
Диаметр отверстий . . .	2,1	3,2	4,2	6,3	8,5

Обычно клепка производится пневматическим клепальным молотком.

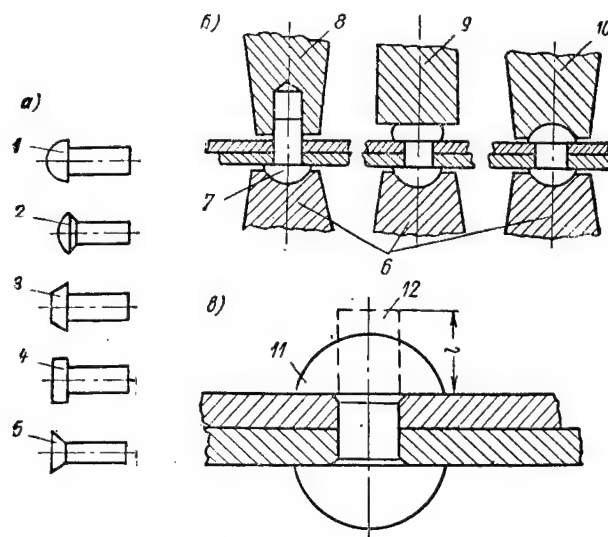


Рис. 28. Клепка и виды заклепок: а — виды заклепок; б — схема клепки; в — схема образования полукруглой замыкающей головки.

1 — полукруглая головка; 2 — полупотайная головка; 3 — полуконическая головка; 4 — плоская головка; 5 — потайная головка; 6 — поддержка; 7 — закладная головка; 8 — натяжка; 9 — молоток; 10 — обжимка; 11 — полукруглая замыкающая головка; 12 — выступающая часть стержня.

В судовой вентиляции клепкой соединяются дюралевые листы или детали из разнородных металлов. При клепке тонких листов необходимо принимать меры для предотвращения бухтин. При этом следует собирать листы под сверловку так, чтобы не было зазоров, после сверловки тщательно снимать заусенцы.

Перед клепкой детали собираются на винтах, через каждые

5—7 отверстий. При длинных соединениях клепка производится от середины к концам.

Дуралевые заклепки перед клепкой отжигаются в специальных печах.

Для получения непроницаемых соединений между склепываемыми деталями устанавливаются прокладки. Так, например, при соединении стальных листов между ними кладется парусина, пропитанная суриком, а при соединении стали и дуралюмина — парусина, пропитанная специальным антикоррозийным грунтом АЛГ-1.

В настоящее время клепка все больше заменяется сваркой.

#### ГЛАВА IV

### МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТРУБ И АРМАТУРЫ СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

#### § 14. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ МЕТАЛЛОВ

Материал для изготовления какой-либо детали или изделия выбирается исходя из того, каким требованиям должно удовлетворять изготавливаемое изделие. При этом учитываются прочность материала, его пластичность, антикоррозионные и другие свойства. Очень важно, чтобы материал обладал соответствующими технологическими качествами: хорошо обрабатывался (резался, вытягивался, гнулся), а если нужно — сваривался.

Для правильной и качественной обработки деталей и изготовления труб и арматуры судовой вентиляции нужно хорошо знать свойства тех материалов, из которых они изготавливаются. Знание и умение правильно использовать их является одним из условий для высокопроизводительной работы.

Важнейшим свойством всех металлов является прочность, т. е. способность выдерживать разрушающие нагрузки. Для определения прочности металлов и поведения их при воздействии разрушающих нагрузок производят специальные испытания. Образец металла строго определенной формы и размеров закрепляют в зажимах разрывной машины; затем образец подвергается растяжению под действием плавно возрастающей нагрузки.

Для примера будем растягивать проволоку из мягкой углеродистой стали сечением  $1 \text{ мм}^2$  и длиной  $100 \text{ мм}$ . Вначале удлинение образца происходит пропорционально нагрузке: гиря в  $10 \text{ кг}$  вызывает удлинение в два раза большее, чем гиря в  $5 \text{ кг}$ ; гиря в  $15 \text{ кг}$  дает удлинение в три раза большее, чем гиря в  $5 \text{ кг}$  и т. д.; другими словами, удлинение прямо пропорционально величине растягивающей силы.

Если теперь уменьшить величину растягивающей силы, проволока постепенно будет укорачиваться, а когда все гири будут сняты, она под воздействием внутренних упругих сил примет первоначальную длину. Так проявляются упругие свойства, т. е. способность металла после снятия нагрузки восстанавливать свою первоначальную форму (длину). Изменение формы металла под

действием внешних сил (растягивающих, изгибающих, скручивающих и других) называется деформацией.

При упругих деформациях безразлично, в каком порядке и какие силы действуют на материал. Можно сначала растянуть проволоку, а потом закрутить ее, а можно поступить наоборот — сначала закрутить, а потом растянуть. В обоих случаях металл после прекращения действия растягивающей и закручивающей сил примет первоначальную форму.

Но так будет происходить до определенного предела нагрузки металла — до предела упругости. Для мягкой стали этот предел наступает при нагрузке около 20 кг на каждый квадратный миллиметр сечения образца, т. е. при напряжении около 20 кг/мм<sup>2</sup>.

Пока напряжение не превышает предела упругости, деформации металла прямо пропорциональны напряжению, возникающему в нем под действием внешней силы.

По пределу пропорциональности можно судить о способности металла или сплава сопротивляться деформирующим силам. Чем меньше предел пропорциональности, тем жестче металл.

Продолжим наш опыт и будем постепенно нагружать проволоку дальше. Когда нагрузка превысит предел упругости, проволока начнет удлиняться больше, чем до предела упругости; после снятия гири она уже не будет восстанавливать первоначальную длину — сталь начнет деформироваться пластически. При растягивающей нагрузке около 26 кг удлинение проволоки будет происходить без увеличения нагрузки — сталь начинает «течь». В этот момент напряжение достигло предела текучести.

При дальнейшем растяжении образца деформация проявляется все больше. Внутренние силы упругости уже не могут противостоять внешней растягивающей силе и наступает момент, когда проволока начинает утоньшаться — образуется шейка.

Для мягкой стали напряжение, при котором начинает появляться шейка, равно примерно 37 кг/мм<sup>2</sup>; это и есть ее предел прочности, т. е. самое большое напряжение, которое она способна выдержать до разрыва. Чем выше этот предел, тем металл прочнее. Дальнейшая деформация происходит в шейке уже без увеличения нагрузки.

Каждый металл и сплав характеризуются определенными численными значениями предела текучести и предела прочности. Этими величинами пользуются при расчетах.

Например, необходимо определить прочность подвески из мягкой стальной проволоки диаметром 6 мм. Предел прочности данной стали 37 кг/мм<sup>2</sup>. Чтобы найти, при какой нагрузке подвеска может разорваться, определим площадь поперечного сечения проволоки

$$\frac{3,14 \times 6^2}{4} = 28,2 \text{ мм}^2.$$

Следовательно, прочность подвески будет равна

$$37 \times 28,2 = 1040 \text{ кг.}$$

Можно решать и обратные задачи. Зная усилие, приложенное к деталям, и выбрав ту или иную марку стали, можно подсчитать, какие размеры должна иметь деталь.

Знание предела прочности необходимо и для производителей. На основании его выбирается режим резания металла, от него зависит выбор способа обработки.

При испытании различных металлов, кроме показателей прочности, определяются также и показатели пластичности — относительное удлинение в момент разрыва. Пластичностью называется способность металла деформироваться без разрушения: гнуться, штамповаться, прокатываться, волочиться.

Определение пластичности производится так. На образце перед его испытанием на разрыв наносятся керном две метки, отстоящие одна от другой на расстоянии, равном пяти диаметрам образца. Для образца диаметром 10 мм это расстояние равно 50 мм; называется оно расчетной длиной образца. После разрыва образца следует плотно сложить обе части и замерить расстояние между метками. Пусть, например, оно окажется равным 62 мм. Если вычесть из 62 мм первоначальную длину 50 мм, получится 12 мм. Это увеличение расчетной длины образца называется абсолютным удлинением. Разделив величину абсолютного удлинения (12 мм) на первоначальную расчетную длину образца (50 мм) получим  $\frac{12}{50} = 0,24$ . Полученное таким образом число умножим на 100, чтобы выразить его в процентах, и будем иметь в результате 24%. Эта величина называется относительным удлинением и служит мерой пластичности металлов.

Чем больше относительное удлинение, тем больше пластичность. Стали марок Ст. 1 и Ст. 2 имеют наибольшую пластичность; их относительное удлинение равно 30—40%. Такие металлы, как чугун, высокоуглеродистые сплавы, некоторые цинковые сплавы разрушаются при небольшом удлинении. Это — хрупкие сплавы. Так, например, чугун имеет относительное удлинение от 1,5 до 3%. Железо, мягкая сталь, медь, алюминий, медные и алюминиевые сплавы разрушаются после значительного удлинения. Это — вязкие металлы и сплавы.

О степени пластичности можно судить также и по относительному сужению. Определяют его так. Измеряют площадь сечения образца в месте разрыва, вычитают ее из первоначальной площади сечения образца и делят полученное число на величину первоначальной площади. Относительное сужение, как и относительное удлинение, выражается в процентах. Так, например, относительное сужение малоуглеродистой стали равно 60—75%, меди — 70—80%, высокоуглеродистой стали — 8—12%.



Пластические свойства металлов важны при их обработке в виде листов, труб, проволоки и другого проката. Чтобы придать металлу нужную форму, его подвергают прокатке, волочению, прессованию, ковке, гибке, штамповке. Все эти операции могут быть проведены лишь в том случае, если металл пластичен. Если бы металл обладал только упругими свойствами, то слиток металла после его обжатия между валками или после прессования снова принял бы первоначальную форму, и прокатка и прессование не привели бы к цели. Подобно этому были бы невозможны гибка, штамповка и другие виды обработки металлов с целью изменения их формы.

На прочность и пластичные свойства металлов сильно влияет температура. При нагревании прочность понижается, а пластичность увеличивается. Поэтому многие процессы обработки металлов давлением производят при высоких температурах.

Давление действует так же, как и температура — оно повышает пластичность и понижает упругость. При давлении в несколько тысяч атмосфер сталь становится такой же пластичной, как свинец.

Следующим важным свойством металлов и сплавов является твердость — способность материала сопротивляться внедрению в его поверхность другого, более твердого тела. Твердость разных металлов и сплавов определяется вдавливанием в их поверхность, например, шарика из закаленной стали (или алмазного конуса) с определенной силой. При этом на поверхности испытуемого материала образуется отпечаток шарика — лунка. Чем мягче металл, тем больше диаметр лунки. Отношение величины силы, с которой вдавливается шарик, к величине поверхности лунки и служит показателем твердости. Так, например, твердость чугуна равна 180—260 кг/мм<sup>2</sup>; а твердость меди 30—40 кг/мм<sup>2</sup>. Если испытываемый материал тверже закаленной стали, пользуются алмазным конусом.

Зная величину твердости металла, можно определить, насколько легко он будет обрабатываться резанием на станках. Чем тверже металл, тем труднее он обрабатывается. С другой стороны, чем тверже металл, тем он лучше сопротивляется износу, тем более долгий срок могут служить сделанные из него детали различных механизмов.

Предел прочности, относительное удлинение и твердость определяются под воздействием статических (спокойных) нагрузок. Для оценки сопротивления металлов воздействию ударных (действующих мгновенно) нагрузок определяется ударная вязкость. Под действием удара металл деформируется так же, как и при статической нагрузке, но при этом в нем не обнаруживается всех тех ступеней изменений свойств, которые мы наблюдаем при плавной нагрузке. Металл может разрушиться мгновенно, подобно тому, как при этом разрушилось бы стекло. Чем пластичнее металл, тем мягче он переносит ударные нагрузки.

Для определения ударной вязкости производят специальные испытания на так называемых маятниковых копрах. На образец, имеющий форму бруска квадратного сечения и полукруглый надрез с одной стороны, с определенной высоты падает тяжелый маятник; ударяя по образцу со стороны, противоположной надрезу, он ломает брусок.

По весу маятника и потерянной им после удара высоте подъема вычисляют работу, затраченную на разрушение образца. Эта работа выражается в килограммометрах на квадратный сантиметр площади поперечного сечения образца в месте надреза и является мерой ударной вязкости. Серый чугун — хрупкий, его ударная вязкость мала — 0,5—2  $\text{кгм/см}^2$ . Ударная вязкость меди — 10—12  $\text{кгм/см}^2$ .

Свойства металлов не всегда одинаковы, они могут сильно изменяться от того, какую обработку над ними производили и в каком состоянии они находятся. Прочность, например, литого металла всегда меньше, чем прочность того же металла послековки или прокатки. Прочность металла, прокатанного в горячем состоянии (так называемого горячекатанного), всегда меньше прочности холоднокатанного; последний всегда имеет более высокую твердость, чем горячекатанный.

Холоднокатанный материал находится в наклепанном состоянии. Наклеп металла происходит и при холодной штамповке, гибке, волочении и вообще при всех операциях, когда при помощи давления заставляют металл в холодном состоянии изменять свою форму — деформироваться. При наклепе увеличивается твердость и прочность металла, он становится более жестким и упругим, но зато делается менее пластичным и вязким. Если наклепанный металл нагреть, он становится менее твердым и прочным, но зато более пластичным.

Вообще свойства металлов изменяются с изменением температуры. Обычно с повышением температуры прочность металлов понижается, а пластичность повышается. Например, если алюминий при температуре 20° имел предел прочности 12  $\text{кг/мм}^2$ , то при нагреве до температуры 310° предел прочности уменьшается до 2,6  $\text{кг/мм}^2$ , т. е. почти в 5 раз.

Исключение составляет сталь. При нагревании стали вначале происходит не уменьшение, а, наоборот, увеличение прочности и твердости.

Наибольшую прочность и твердость сталь приобретает при температуре 300—400°. Предел прочности при этом иногда повышается на 30—40%. При данной температуре на поверхности стали образуются пленки окислов, которые придают ей синий цвет побежалости. Это явление повышения прочности и твердости и уменьшения пластичности стали при нагреве до 300—400° называется синеломкостью.

## § 15. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ РАБОТАХ ПО ВЕНТИЛЯЦИИ

Для изготовления труб вентиляции, деталей крепления и арматуры чаще всего применяют сталь, алюминий, медь и их сплавы с другими металлами.

Сталью называется сплав железа с углеродом и другими примесями, который содержит до 1,7% углерода. Кроме углерода, в стали содержатся постоянные примеси: кремний, марганец, сера, фосфор.

Свойства стали зависят, главным образом, от содержания в ней углерода. Чем больше в стали углерода (до определенного предела), тем она тверже и прочнее и тем лучше принимает закалку. При содержании в стали более 0,9% углерода прочность стали снижается, так как она становится хрупкой.

Сталь можно ковать, сваривать, прокатывать и протягивать в холодном и горячем состоянии, что отличает ее от других металлов и сплавов. По техническому составу стали делятся на углеродистые и легированные (специальные). Последние имеют присадку таких металлов, как никель, хром, вольфрам и другие, которые придают им высокую прочность, пластичность и другие свойства.

При изготовлении изделий для вентиляционных систем чаще всего применяются углеродистые стали. По содержанию углерода они делятся на три группы: мягкие — с содержанием углерода до 0,2%, средней твердости — с содержанием углерода от 0,2 до 0,5% и твердые — с содержанием углерода от 0,5 до 1,4%.

Углеродистые стали с содержанием углерода до 0,55% называются конструкционными. Они разделяются на стали качественные и стали общего назначения — обыкновенного качества. Сталь с содержанием углерода от 0,6 до 1,4% называется инструментальной и применяется для изготовления инструмента.

На конструкционные качественные стали обыкновенного качества существует стандарт — ГОСТ 380—50. В этом стандарте имеется семь основных марок стали, которые обозначаются так: Ст. 1; Ст. 2; Ст. 3; Ст. 4; Ст. 5; Ст. 6; Ст. 7. Буквы «Ст.» обозначают «сталь», а цифра указывает номер стали. Чем больше номер, тем в стали больше углерода, как это видно из следующих данных:

Ст. 1	содержит	от 0,07	до 0,12%	углерода
Ст. 2	»	» 0,09	» 0,15%	»
Ст. 3	»	» 0,14	» 0,22%	»
Ст. 4	»	» 0,18	» 0,27%	»
Ст. 5	»	» 0,28	» 0,37%	»
Ст. 6	»	» 0,38	» 0,50%	»
Ст. 7	»	» 0,50	» 0,63%	»

Стали марок Ст. 1, Ст. 2, Ст. 3 очень пластичны и вязки. Из этих сталей в большинстве случаев изготавливаются трубы судовой вентиляции.

Кроме сталей обыкновенного качества, существуют еще конструкционные стали повышенного качества, химический состав и свойства которых установлены ГОСТ 1050—52. Всего имеется 30 марок качественных конструкционных сталей. Наиболее употребляемые при работах по вентиляции: 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45 и 50. При обозначении этих сталей впереди марок букв не ставится, а говорят просто: сталь марки 20. Цифры обозначают сотые доли процента углерода в стали. Так, например, в стали марки 30 содержится 0,30% углерода.

Качественные конструкционные стали имеют лучшие свойства, чем обычные конструкционные стали. Они прочны и более вязки, но и более дорогие.

На практике сорта стали можно определять по искре наждачного точила. Сталь с малым содержанием углерода (Ст. 1; Ст. 2; стали 08; 10; 15) дает длинные соломенно-желтые искры, утолщенные на концах; сталь с большим содержанием углерода — искры светложелтого цвета, при этом от искр отлетают звездочки в виде ответвлений. Высокоуглеродистая инструментальная сталь с содержанием углерода от 1,2 до 1,4% дает очень короткие и широкие пучки белых искр со множеством ответвлений и звездочками на их концах.

Стали подвергают термической обработке: закалке, отпуску, отжигу и цементации. Закалке, которая служит для повышения твердости, подвергаются стали, содержащие углерода не менее 0,3%.

Для закалки стальные детали нагревают до яркокрасного каления (температура 740—850°) и после продолжительной выдержки быстро охлаждают в воде или различных растворах. Степень закалки стали, т. е. увеличение твердости, зависит от количества содержащегося в ней углерода и режима закалки. Одновременно с твердостью сталь приобретает хрупкость.

Для уменьшения хрупкости и сохранения необходимой твердости сталь отпускают. Отпуск состоит в том, что закаленную сталь нагревают до температуры 250—600° (в зависимости от сорта) и быстро охлаждают.

Чтобы придать закаленной стали первоначальную пластичность, ее подвергают отжигу, для чего ее нагревают до температуры 800—900°, затем медленно охлаждают. После отжига детали становятся мягче и легче обрабатываются. Отжиг применяется также после прокатки, литья и других методов обработки, для снятия наклепа и повышения пластических свойств.

Одним из важнейших способов термической обработки является цементация. Цементацией называется процесс насыщения углеродом поверхностного слоя изделия из мягкой стали с целью получения твердой закаленной корки при мягкой сердцевине. Для

цементации изделие очищают, укладывают в специальные ящики с науглероживающей смесью (обычно древесного угля и соды) и нагревают в ней до температуры  $900-950^{\circ}$  в течение нескольких часов.

В результате цементации поверхность изделия становится более твердой и может закаливаться.

## § 16. СОРТОВАЯ, ФАСОННАЯ И ТОНКОЛИСТОВАЯ СТАЛЬ

При изготовлении деталей, креплений арматуры и устройств судовой вентиляции применяются различные виды стального про-

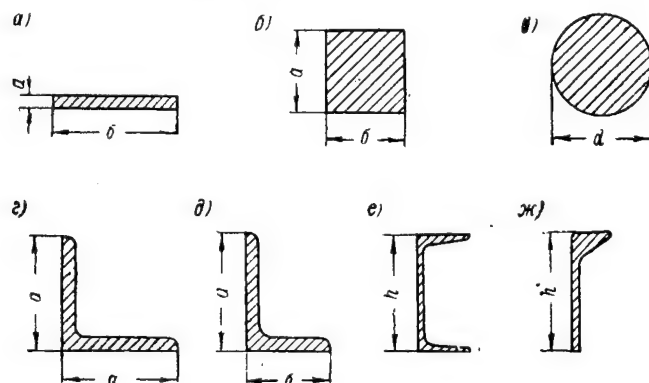


Рис. 29. Виды сортовой и фасонной стали: а — полосовая; б — квадратная; в — круглая; г — угловая равнобокая; д — угловая неравнобокая; е — швеллерная; ж — полособульбовая.

ката: сортовой — полосовой, квадратный, круглый; фасонный — угловое, швеллеры, полособульбовый профиль и другие (рис. 29).

Длина фасонного проката колеблется от 6 тыс. до 12 тыс. мм. В ряде случаев применяются стальные тонкостенные трубы. Внешняя поверхность профильной стали должна быть ровного черноматового цвета, без трещин, пузырей, раковин, с ровно выкатанными ребрами и плоскостями.

Для определения марки профильная и фасонная сталь маркируются путем окраски торцов прутиков либо пачек (пакетов) несмываемой краской.

Если 1 пог. м профильной или фасонной стали весит не более 20 кг, то для ее маркировки на каждую пачку наносятся полосы того цвета, который соответствует данной марке.

Маркировка сталей большого размера производится окраской


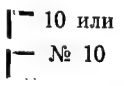

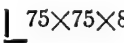

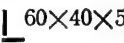
торцев или концов. Так, например, для маркировки стали по государственному стандарту установлены следующие цвета:

Ст. 0 . . . . . красный и зеленый  
 Ст. 1 . . . . . белый и черный  
 Ст. 2 . . . . . желтый  
 Ст. 3 . . . . . красный  
 Ст. 4 . . . . . черный  
 Ст. 5 . . . . . зеленый  
 Ст. 6 . . . . . синий  
 Ст. 7 . . . . . красный и коричневый

Условные обозначения листового и профильного материала указаны в табл. 5.

Таблица 5

Условные обозначения листового и профильного материала

Что обозначается	Как обозначается	Пример обозначения чертежа	Пояснение цифр
Толщина листа	$\delta$	$\delta = 12$	12 — толщина, мм
Полоса		$6 \times 80$	6 — толщина, мм 80 — ширина, мм
Рифленный лист	Риф	Риф-4	4 — толщина, мм
Рифленая полоса	Риф	Риф $4 \times 40$	4 — толщина, мм 40 — ширина, мм
Полособульб		 10 или № 10	10 — высота профиля, см
Угольник равнобокий		 $75 \times 75 \times 8$	75 — ширина полки, мм 8 — толщина полки, мм
Угольник неравнобокий		 $60 \times 40 \times 5$	60 — ширина большей полки, мм 40 — ширина меньшей полки, мм 5 — толщина полки, мм

Продолжение








Что обозначается	Как обозначается	Пример обозначения чертежа	Пояснение цифр
Швеллер		 22 или  №22	22 — высота профиля, см
Труба (пиллерс)		 108×5	108 — наружный диаметр, мм 5 — толщина стенки, мм
Пруток		 40	40 — диаметр, мм

Таблица 6

Полосовая сталь  
(ГОСТ 103—51)

Ширина <i>b</i> , мм	Вес 1 пог м в кг при толщине <i>a</i> в мм				
	4	5	6	7	8
12	0,38	0,47	0,57	0,66	0,75
14	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88
16	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00
18	0,57	0,71	0,85	0,99	1,13
20	0,63	0,79	0,94	1,10	1,26
22	0,69	0,86	1,04	1,21	1,38
25	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57
30	0,94	1,18	1,41	1,65	1,88
35	1,10	1,37	1,65	1,92	2,20
40	1,26	1,57	1,88	2,20	2,51
45	1,41	1,77	2,12	2,47	2,83
50	1,57	1,96	2,36	2,75	3,14
55	1,73	2,16	2,59	3,02	3,45
60	1,88	2,36	2,83	3,30	3,77

## Квадратная сталь

ГОСТ 2591—51

Таблица 7

Сторона квадрата <i>a</i> , мм	Вес 1 пог м, кг	Сторона квадрата <i>a</i> , мм	Вес 1 пог м, кг
10	0,785	16	2,010
11	0,950	17	2,269
12	1,130	18	2,543
13	1,327	19	2,634
14	1,539	20	3,140
15	1,766		

## Круглая сталь

(ГОСТ 2590—51)

Таблица 8

Диаметр, мм	Вес 1 пог м, кг	Диаметр, мм	Вес 1 пог м, кг	Диаметр, мм	Вес 1 пог м, кг
5	0,154	12	0,888	19	2,23
6	0,222	13	1,04	20	2,47
7	0,302	14	1,21	21	2,72
8	0,395	15	1,39	22	2,98
9	0,499	16	1,58	23	3,26
10	0,617	17	1,78	24	3,55
11	0,746	18	2,00	25	3,85

## Угловая равнобокая сталь

(ОСТ 10014—39)

Таблица 9

Ширина полки <i>a</i> , мм	Вес 1 пог м в кг при толщине полки в мм				
	3	4	5	6	8
20	0,89	1,15	—	—	—
25	1,12	1,46	—	—	—
30	—	1,78	2,18	—	—
35	—	2,10	2,57	—	—
40	—	2,42	2,97	3,52	—
45	—	2,73	3,37	3,99	—
50	—	—	3,77	4,47	—
60	—	—	4,57	5,42	7,09



Сталь прокатная тонколистовая (ГОСТ 3680—47) толщиной от 0,9 до 3,75 мм имеет размеры листов: шириной от 600 до 1400 мм и длиной от 1200 до 2800 мм.

Согласно ГОСТ 5521—50 изготавливается горячекатанная углеродистая сталь для судостроения. Эта сталь в виде листов выпускается следующих видов и размеров:

Тонколистовая . . . толщиной от 0,9 до 3,75 мм

Толстолистовая . . . » » 4 » 60 »

Широкополосовая . . » » 4 » 50 »

Судостроительная сталь применяется в вентиляции для изготовления деталей, привариваемых к корпусу (шахты, каналы, крепления), а в ряде случаев для трубопроводов.

Виды, размер и вес сортовой и фасонной стали приведены в табл. 6—11.

Таблица 10

## Угловая неравнобокая сталь

(ОСТ 10015—39)

Ширина полки, а×б, мм	Вес 1 пог м в кг при толщине полки в мм					
	3	4	5	6	8	10
30×20	1,12	1,46	—	—	—	—
35×20	—	1,62	1,98	—	—	—
45×30	—	2,26	—	3,28	—	—
60×40	—	—	3,79	4,49	5,84	—
75×50	—	—	4,80	5,69	7,43	9,11

Таблица 11

## Швеллеры

(ОСТ 10017—39)

Профиль №	Вес 1 пог м, кг	Ширина полки, мм
5	5,44	37
6,5	6,70	40
8	8,04	43
10	10,0	48
12	12,06	53

Для штамповки деталей и для изготовления арматуры вентиляции применяется декапированная сталь, выпускаемая в соответствии с ГОСТ 1386—47. Эта сталь имеет чистую гладкую поверхность, что достигается путем отжига и травления. Листы этой стали изготавливаются толщиной от 0,25 до 2,0 мм. Размеры листов: 510 × 710 мм, 710 × 1420 мм и 1000 × 2000 мм. В зависимости от состояния поверхности листы этой стали делятся на три сорта.

#### § 17. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ

Алюминий и другие цветные металлы и их сплавы в основном применяют для изготовления арматуры и теплообменных приборов судовой вентиляции.

Для уменьшения веса вентиляционные трубы часто изготавливают из алюминиевых сплавов.

Алюминий — серебристо-белый легкий металл, имеет удельный вес 2,7 г/см<sup>3</sup>. На воздухе поверхностный слой алюминия, химически соединяясь с кислородом, образует прочную серую пленку окисла алюминия, которая защищает его от дальнейшего окисления.

Чистый алюминий очень мягок и имеет небольшую прочность, поэтому он применяется в виде сплавов. Чаще всего используются: алюминий-марганцовистые сплавы (АМц), алюминий-магние-вые сплавы (АМг), алюминий-медные сплавы (дуралюмин Д1, Д16). Эти сплавы имеют удельный вес от 2,6 до 2,8 г/см<sup>3</sup>.

Механические свойства алюминиевых сплавов зависят не только от их химического состава, но и от термической обработки. Для упрочнения алюминиевые сплавы нагревают до 450—500°С и быстро охлаждают. Сплавы, не поддающиеся термическому упрочнению, могут быть упрочнены холодным наклепом (прокатом). Так, например, сплав АМц, наклепанный посредством холодной прокатки, имеет предел прочности 20—21 кг/мм<sup>2</sup>, а в отожженном состоянии 10—12 кг/мм<sup>2</sup>; относительное удлинение в нагартованном состоянии 5—8%, а в отожженном — 12%.

Сплавы группы дуралюмина повышают свою прочность при термической обработке (закалка с последующим старением). Если предел прочности отожженного дуралюмина равен 18—25 кг/мм<sup>2</sup>, то закаленного и прошедшего последующее старение повышается до 38—42 кг/мм<sup>2</sup>. Особенность его заключается в том, что в течение 2—4 час. после закалки дуралюмин имеет предел прочности в два раза меньший, чем после старения. В процессе старения прочность его самопроизвольно достигает предельной. Дуралюмин в твердом (закаленном) состоянии имеет относительное удлинение 12—18%, а в первые 2—4 часа после закалки — 15—22%.

Этим обстоятельством пользуются для упрощения процесса гибки. Перед гибкой деталей из дуралюмина его закаливают и производят гибку в течение 2—3 час. после закалки, пока он не успел упрочниться. Гибка дуралюмина в твердом состоянии приводит к образованию трещин.

Различные виды обработки алюминиевых сплавов обозначаются следующими буквами: Т — закалка с последующим старением; М — отжиг; Н — нагартовка; Т. Н — нагартовка после закалки. Например, маркировка Д16-М обозначает: дуралюмин марки 16, отожженный (мягкий).

Для повышения антикоррозийной стойкости листы из алюминиевых сплавов покрывают тонким защитным слоем чистого алюминия. На поверхности этого слоя образуется прочная пленка окисла алюминия, обладающая большой стойкостью против коррозии. Разрушение этого слоя (царапины) приводит к сильному разрушению поверхности металла.

**Медь.** Медь применяется в виде листов и труб. Она имеет розовато-красный цвет, обладает хорошими пластическими свойствами. Удельный вес ее  $8,9 \text{ г/см}^3$ . На воздухе медь окисляется.

Листы красной меди поставляются отожженными (мягкими) и не отожженными (твердыми). Красная медь хорошо обрабатывается.

Основными сплавами меди являются бронза и латунь.

**Бронза.** Бронза бывает оловянистая — сплав меди с оловом — и безоловянистая — сплав меди с алюминием и марганцем или кремнием.

Оловянистая бронза содержит от 1 до 10% олова, имеет значительную твердость и прочность, не окисляется и хорошо отливается. Бронза хорошо сопротивляется износу и применяется для изготовления ответственных деталей арматуры.

Оловянистая бронза с примесью 10% фосфора называется фосфористой бронзой. Она имеет повышенную твердость и прочность и используется для изготовления подшипников.

**Латунь.** Латунь — сплав меди с цинком (содержание цинка до 41%), имеет зеленовато-желтый цвет. При большой твердости и прочности латунь легко обрабатывается, не окисляется. Применяется она для изготовления арматуры в виде отливок; кроме того, из нее прокатывают листы, трубы и другие виды профильного проката.

## § 18. СВАРИВАЕМОСТЬ МЕТАЛЛОВ

Для металлов и их сплавов большое значение имеет свариваемость, т. е. способность образовывать неразъемные соединения, обладающие свойствами, которые не уменьшают прочность, пластичность и другие механические свойства. Свариваемость зависит от химического состава металлов и сплавов, подвергающихся сварке.

Малоуглеродистые стали марок от Ст. 1 до Ст. 4 хорошо свариваются всеми способами сварки: электродуговой, газовой и электрической контактной. Среднеуглеродистые стали свариваются хуже, так как в процессе сварки они закаляются. Для них применяют специальные электроды и флюсы.

Медь лучше всего сваривается газовой сваркой (ацетилено-кислородным пламенем), а также электродуговой сваркой как угольными, так и специальными медными электродами.

Латунь хорошо сваривать ацетилено-кислородным пламенем. Электродуговая сварка латуни затруднена в связи с интенсивными испарениями и выгоранием цинка. Ацетилено-кислородным пламенем, а также электродуговой сваркой хорошо свариваются оловянистые и безоловянистые бронзы.

Хорошие результаты дает сварка алюминия ацетилено-кислородным пламенем и электроконтактная; электродуговая сварка алюминия также дает вполне удовлетворительные результаты, хотя при соединении листов толщиной меньше 2 мм требует применения особых приемов и затруднительна при сварке вентиляционных труб.

Трубы и детали, изготавливаемые из тонких листов алюминия и алюминиевых сплавов, обычно сваривают газовой ацетилено-кислородной сваркой, так как другие виды сварки в условиях производства представляют ряд затруднений.

Алюминиевые сплавы — дуралюмин (Д1 и Д16), алюминиево-магниевые сплавы (АМг) и алюминиево-марганцовистые сплавы (АМц) хорошо свариваются электрической контактной сваркой.

#### § 19. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К вспомогательным материалам, применяемым при монтаже судовой вентиляции, относятся различные прокладочные и изоляционные материалы, краски, покрытия. В судовой вентиляции используются такие прокладочные материалы: картон, паронит, асбест и резина. Из них изготовляют уплотнительные прокладки, устанавливаемые между элементами системы судовой вентиляции для создания непроницаемых соединений.

Листы картона толщиной до 3 мм применяют для прокладок во фланцевых соединениях. Для большей эластичности и прочности при изготовлении прокладок картон предварительно пропитывают в олифе.

Картон необходимо хранить в сухом месте, чтобы на него не попадала влага, от которой он портится.

Паронит представляет гибкий листовой материал серого цвета, в состав которого входят асбестовое волокно, резина и другие добавки. Паронит выдерживает высокие температуры, а поэтому из него изготовляют прокладки для воздухонагревателей, обогреваемых паром, и другой арматуры, работающей при боль-

шой температуре. Хранить его следует в помещении с температурой от 0 до +20°.

Асбест — негорючий, волокнистый материал; состоит из очень тонких и упругих волокон с шелковистым блеском. Он применяется в виде листов, толщиной от 3 до 6 мм, из которых изготавливаются прокладки для соединения воздухопроводов горячего воздуха, а также в виде асбестового шнура или асботкани.

Листовая резина толщиной от 3 до 6 мм используется для изготовления прокладок. В ряде случаев применяют шнуровую или шланговую резину (резиновые трубы). Прокладочная резина должна быть плотной, эластичной, без трещин и изломов.

Изоляционные материалы применяются для создания тепловой изоляции вентиляционных трубопроводов. Наружные поверхности изолируемых труб покрываются слоем изоляционного материала. Для этого применяется пробка в виде листов различной толщины (от 20 до 60 мм), прессованная пробка или экспанзит, войлок и другие материалы.

Для защиты вентиляционных труб и каналов от коррозии их покрывают красками или материалами, позволяющими затем выполнять специальные покрытия. Краски должны обладать прочностью и легко наноситься на поверхность металла ровным слоем, а после высыхания прочно держаться на поверхности. Для окраски стальных воздухопроводов применяют тертые краски: сурик железный, свинцовый, а также различные лаки.

Вентиляционные трубы, изготавливаемые из алюминиевых сплавов, окрашиваются грунтами АЛГ-1 или АЛГ-5. Эти грунты создают плотное, прочное и эластичное покрытие, хорошо скрепляющееся с оксидированными поверхностями. Цвет этих покрытий в зависимости от состава может меняться в пределах от зеленого до желтого.

Более совершенными защитными свойствами обладают оксидные и фосфатные покрытия. Оксидирование и фосфатирование заключается в создании на поверхности металла неорганической защитной пленки путем химической или электрохимической обработки изделий в специальных растворах. Фосфатированию подвергаются стальные трубы, оксидированию — трубы и арматура из алюминия и его сплавов, из меди и медных сплавов.

Для повышения антикоррозийной стойкости после фосфатирования и оксидирования детали покрываются специальными лаками.

В ряде случаев вентиляционные трубы и арматура подвергаются гальваническому покрытию. Сущность его заключается в нанесении на металлическую поверхность тонких слоев другого металла, осаждаемого из раствора его соли при помощи электрического тока. При этом получается очень прочное сцепление металла покрытия с поверхностью основного металла.

В работах по вентиляции из гальванических покрытий широко применяются покрытия цинком, хромом и никелем.

Для получения прочных и беспористых защитных покрытий поверхности изделия перед началом этого процесса тщательно зачищают путем механической, химической или электрохимической обработки.

Стальные вентиляционные трубы обычно подвергаются пескоструйной очистке или химическому травлению. Перед хромированием и никелированием поверхности изделий полируются. Трубы из алюминиевых сплавов перед оксидированием обезжириваются в специальных ваннах.

За последнее время при изготовлении вентиляции начинают применяться заменители листового материала. Так, например, в промышленной вентиляции для изготовления воздуховодов используется листовая винипласт. Этот химический продукт изготавливается в виде листов разной толщины и размеров. Он обладает высокими антикоррозийными и электроизолирующими свойствами, легко режется, в подогретом виде хорошо гнется, склеивается и сваривается. Сварка винипласта производится струей горячего воздуха специальными горелками. Винипласт становится пластичным при температуре от 180 до 200°; при этой же температуре и небольшом давлении он начинает склеиваться.

#### § 20. КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

К крепежным изделиям, применяемым для соединения элементов системы судовой вентиляции, относятся болты с гайками, шпильки, винты, самонарезающие винты и шурупы. Некоторые образцы крепежа показаны на рис. 30.

Болты в зависимости от их назначения подразделяются на следующие типы: общего назначения, чистые, получистые с нормальной шестигранной головкой, чистые с шестигранной головкой и точеные. Болты с квадратной головкой при монтаже судовой вентиляции не используются. В соответствии с типом болта применяются черные, чистые и получистые гайки и шайбы.

Для предотвращения развинчивания иногда применяются корончатые гайки. Последние имеют прорези, через которые в отверстие, просверленное в болте, вставляется шплинт. Концы шплинта разводятся, чем предупреждается выпадание шплинта из отверстия болта, а следовательно, и отвинчивание гайки.

Шпильки служат для соединения деталей, доступ к которым с одной стороны ограничен. Шпильки имеют нарезку с одной или с двух сторон; одним концом шпильку ввертывают в изделие или приваривают, а на другой конец надевают деталь и закрепляют ее гайкой.

Винты, служащие для соединения деталей между собой (подобно болтовым соединениям), бывают с полукруглыми, потайными или полупотайными головками.

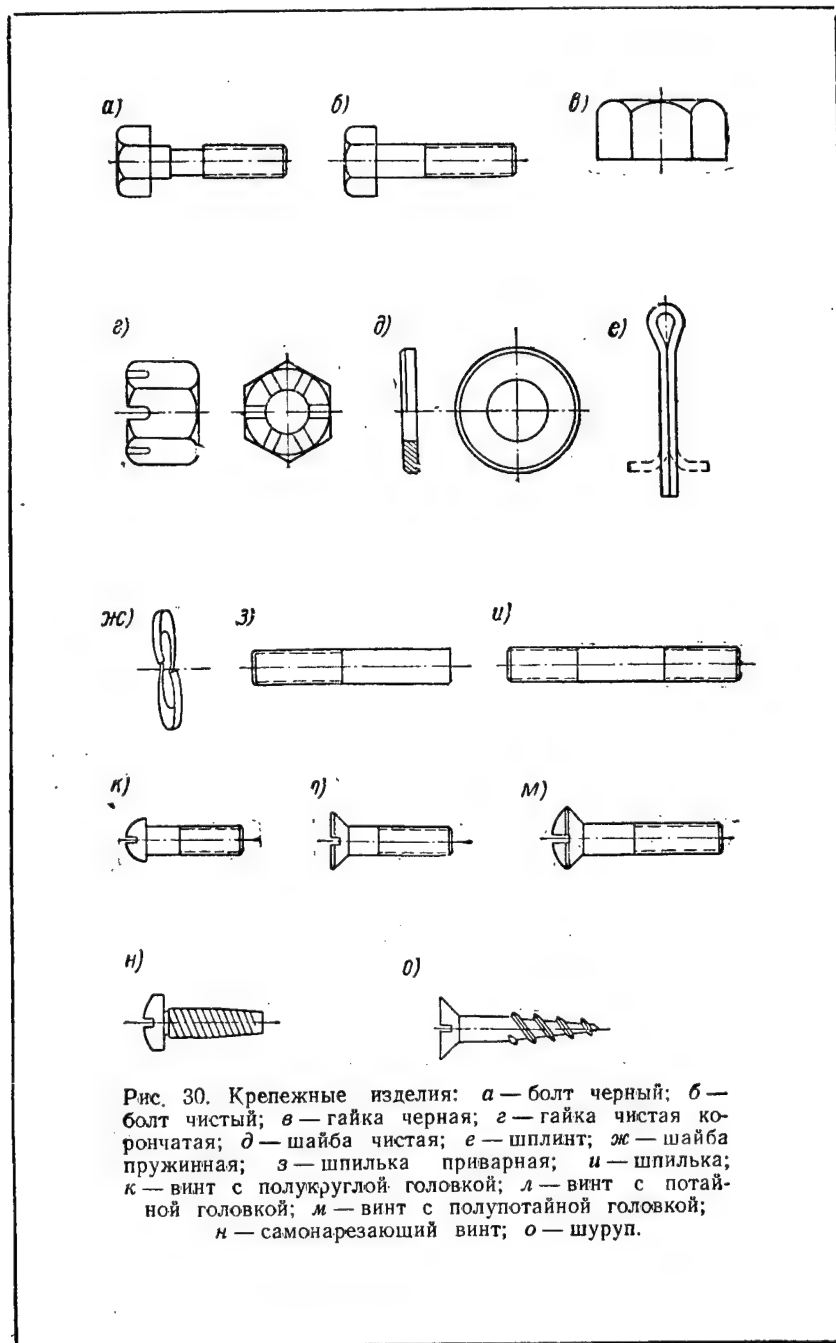


Рис. 30. Крепежные изделия: а — болт черный; б — болт чистый; в — гайка черная; г — гайка чистая корончатая; д — шайба чистая; е — шплинт; ж — шайба пружинная; з — шпилька приварная; и — шпилька; к — винт с полукруглой головкой; л — винт с потайной головкой; м — винт с полупотайной головкой; н — самонарезающий винт; о — шуруп.

Размер болтов, винтов и шпилек характеризуется их диаметром, общей длиной и длиной нарезной части. Для точного определения крепежных изделий приняты соответствующие условные обозначения. Технические условия на изготовление, размеры и типы крепежа определяются ГОСТ. Так, например, болт с метрической резьбой 10 мм и длиной 40 мм в технической документации будет обозначен: «Болт М10 × 40 ГОСТ 3524». Гайка шестигранная получит обозначение: «Гайка М10 ГОСТ 5915—51».

Шпильки определяются диаметром нарезки, длиной и типом. Например, шпильки с нарезкой с обоих концов диаметром 10 мм и длиной 40 мм обозначают так: «Шпилька М10 × 40 А1-К ГОСТ 20002—38», а приварная шпилька длиной 12 мм: «Шпилька М10 × 65 ГОСТ 2008—53». Шайбы обозначают по размеру болта, на который она надевается. Так, шайба полукруглая для болта М16: «Шайба 16 ГОСТ 6959—54».

Для крепления мелких легких деталей к металлическим конструкциям служат самонарезающие винты. В отличие от обычных винтов они имеют специальную нарезку с большим шагом. Диаметр винта уменьшается у его конуса. Для ввинчивания в металл самонарезающего винта в нем сверлится отверстие, диаметр которого на 0,3—0,4 мм меньше диаметра нарезки на винте. При вращении самонарезающего винта нарезка подобно метчику нарезает резьбу в отверстии и винт прочно держится в детали.

Крепление мелких деталей к деревянным конструкциям производится посредством шурупов. Шурупы различаются по величине и форме головки. Они бывают полукруглые, потайные или полупотайные. Шуруп диаметром 3 мм длиной 30 мм с потайной головкой обозначается так: «Шуруп 3 × 30 ГОСТ 1145—41». Форму головки определяет ГОСТ.



## ГЛАВА V

### ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ ВЕНТИЛЯЦИИ

#### § 21. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ВОЗДУХОВОДАМ

Воздуховоды системы судовой вентиляции должны обеспечивать легкое перемещение воздуха, необходимую прочность, непроницаемость, антикоррозийную стойкость и ряд специальных требований, вытекающих из условий работы вентиляции на судне. Эти воздуховоды исполняются в виде труб круглого или прямоугольного сечения, а также в виде вентиляционных шахт, каналов и зашивок. Проходное сечение последних образуется за счет использования элементов корпусных конструкций.

Каждая труба вентиляции должна обеспечивать наименьшее сопротивление проходящему по ней воздуху. Размеры поперечного сечения трубопровода определяются на основании расчета, исходя из условия, что скорость движения воздуха не превосходит 15 м/сек. При большей скорости возможно возникновение вибрации и шума.

Сечение вентиляционных труб по возможности делается круглым, так как оно наиболее выгодно с точки зрения сопротивления движению воздуха, затраты материала и веса. В тех помещениях, где круглые трубы неудобны по архитектурным соображениям, применяют трубы квадратного или прямоугольного сечения с соотношением сторон до 1 : 2,5.

Как известно, при одной и той же площади поперечного сечения у круглой трубы периметр меньше, чем у прямоугольной, а поэтому прямоугольные трубы имеют большее сопротивление движению воздуха.

Для сравнения способности труб различной формы пропускать воздух — прямоугольные обычно пересчитываются на некоторый условный диаметр. Так, например, труба размером 60 × 150 мм, имеющая площадь сечения 90 см<sup>2</sup>, соответствует круглой трубе диаметром 100 мм (площадь 78,5 см<sup>2</sup>), т. е. диаметр ее условного прохода 100 мм.

Для уменьшения числа размеров сечений труб в судостроении приняты определенные размеры условных диаметров или прохо-

дов. Наиболее распространенные условные проходы вентиляционных труб указаны в табл. 12.

Таблица 12

Размеры условных проходов труб вентиляции  
(ГОСТ 355—52)

Круглое сечение	Прямоугольное сечение						
	Размеры сечения, эквивалентного круглому, при высоте стороны, равной						
	80	100	120	150	190	240	290
Проход условный	Ширина стороны						
50	—	—	—	—	—	—	—
80	—	—	—	—	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—
125	160	130	—	—	—	—	—
150	250	200	150	—	—	—	—
175	350	250	210	—	—	—	—
200	—	350	280	220	—	—	—
250	—	—	470	350	280	—	—
300	—	—	—	530	390	300	—
350	—	—	—	760	550	420	—
400	—	—	—	—	760	550	460
450	—	—	—	—	990	730	580
500	—	—	—	—	—	930	730

С целью уменьшения сопротивления трубы должны изготовляться с максимальным радиусом изгиба, но не менее чем 1,5 диаметра от центра кривизны до оси трубы. Для этого же в коленах больших прямоугольных сечений устанавливаются разделители.

Ответвления лучше всего присоединять к магистрали под углом 30°, однако этот угол при трудности размещения воздуховодов может быть увеличен.

Внутренние поверхности труб не должны иметь неровностей, вызывающих завихрения воздуха.

В связи с большой протяженностью отдельных ветвей системы судовой вентиляции трубопроводы проходят через непроницаемые переборки корпуса судна. При этом в местах пересечения трубопроводом таких переборок обычно устанавливается запорная арматура — клинкет. В случае аварии и затопления какого-либо отсека клинкет закрывается и возможность попадания воды в соседний отсек предотвращается.

Трубы, устанавливаемые на открытых палубах, в трюмах, а также трубы, соединяющие непроницаемые отсеки и расположенные ниже ватерлинии, должны быть водонепроницаемыми. Трубы же, находящиеся выше ватерлинии, не обязательно должны отвечать требованиям водонепроницаемости; называются они легкими.

Водонепроницаемые трубы отличаются от легких толщиной применяемого материала и конструкцией соединений между собой. Как правило, они изготавливаются сварными из стальных листов толщиной до 3 мм; при этом сварные швы должны обеспечивать водонепроницаемость. Для обеспечения непроницаемости трубы соединяются между собой посредством фланцев, приваренных к их концам. Трубы, имеющие большие сечения, подкрепляются ребрами жесткости.

Под действием морского воздуха, а также различных газов и паров вентиляционные трубы корродируют и разрушаются. Поэтому, как правило, все трубопроводы подвергают антикоррозийной защите. Стальные трубы оцинковываются или фосфатируются, а дуралюминовые — оксидируются, а затем окрашиваются.

В некоторых случаях воздухопроводы могут отпотевать и покрываться каплями воды, что ухудшает санитарно-бытовые условия помещения. Такие явления возникают, например, в тех случаях, когда холодный воздух проходит по воздухопроводам, расположенным в теплых помещениях.

Для предотвращения этого явления такие воздухопроводы изолируются — оклеиваются специальными теплоизолирующими материалами — пробкой, экспанзитом и другими. Слой теплоизоляции препятствует соприкосновению воздуха со стенками труб и предотвращает отпотевание.

В ряде случаев к трубам судовой вентиляции предъявляются специальные требования, вытекающие из особых условий их работы.

При изготовлении труб вентиляции необходимо знать и соответственно учитывать требования, предъявленные при их выполнении. Основные из них указываются в технических условиях на изготовление труб и рабочих чертежах.

В зависимости от связи воздухопроводов системы судовой вентиляции с корпусом судна их делят на две группы. К первой группе относятся трубы, которые непосредственно не связаны с корпусом, ко второй группе — вентиляционные шахты, каналы и зашивки, проходное сечение которых образуется за счет использования отдельных конструкций корпуса — переборок, обшивки борта и палубы.

Вентиляционные трубы различных конфигураций и сечений показаны на рис. 31.

Простейшей является труба, имеющая прямую ось с постоянным сечением. Как видно из рис. 31, а, к стенкам трубы с обоих концов приварены фланцы (узел А), служащие для соединения труб между собой. Очень часто прямые трубы имеют переменное

сечение, когда у одного конца трубы размеры сечения отличны от размеров на другом конце или когда прямоугольное сечение переходит в круглое. Такие трубы обычно называются **переходами**.

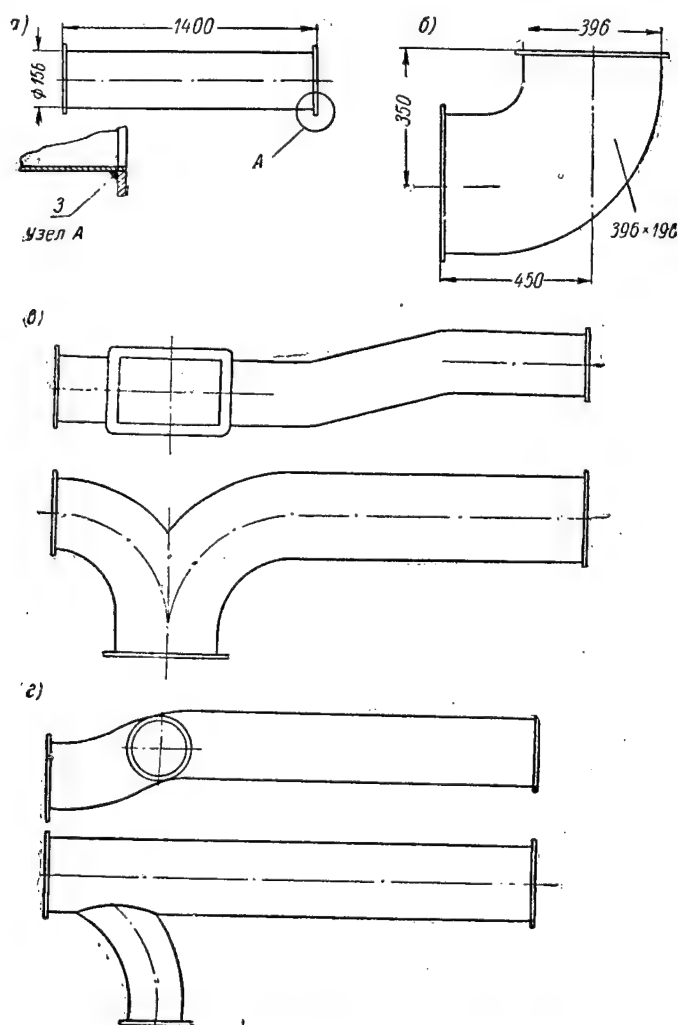


Рис. 31. Трубы вентиляции: **а** — прямая труба; **б** — отвод; **в** — тройник; **г** — труба с отростком.

На рис. 31, **б** изображена труба, предназначенная для изменения направления линии воздухопровода, называемая отводом. Данный отвод имеет прямоугольное сечение  $396 \times 196$  мм. Если

отвод имеет круглое сечение, тогда он изготавливается из отдельных звеньев.

На рис. 31, в показана вентиляционная труба с двумя ответвлениями (тройник). Труба фасонная и имеет кривизну в разных направлениях.

Рис. 31, г иллюстрирует трубу с отрезком.

Как видно из приведенных примеров, вентиляционные трубы могут иметь самые разнообразные формы и сечения. В процессе изготовления они расчленяются на отдельные, более простые элементы: прямые участки, переходы, отводы и другие. Зная процесс изготовления составных частей, легко можно изготовить трубу сложной конфигурации.

## § 22. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ КАНАЛОВ

Вентиляционные каналы, зашивки и шахты непосредственно связаны с корпусом судна, а поэтому устанавливаются одновременно с формированием корпуса (большие шахты) или в период работ по установке доизоляционного насыщения.

Рассмотрим работу по их изготовлению и монтажу.

Примерами вентиляционных каналов, зашивок и шахт являются воздуховоды, изображенные на рис. 32.

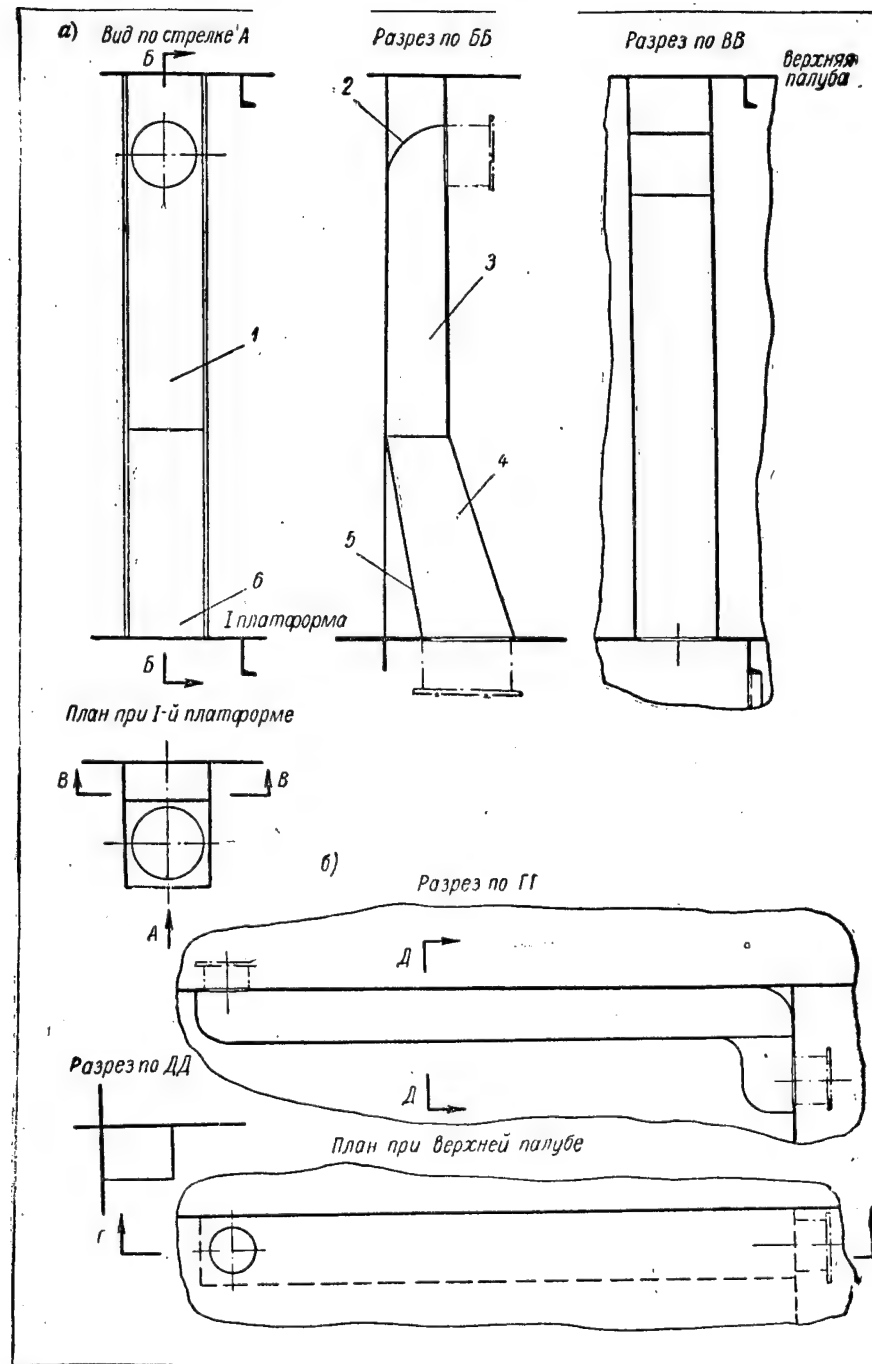
Вентиляционный канал (рис. 32, а) состоит из боковых стенок 3 и 4, приваренных между верхней палубой и первой платформой к переборке. Листы 1 и 6 закрывают канал со стороны, противоположной переборке. Пунктиром показаны вентиляционные стаканы. Один из них приварен к первой платформе, а второй — к листу 1 зашивки. Для уменьшения завихрения потока воздуха в вентиляционном канале установлены отбойные листы 2 и 5, направляющие поток воздуха к вентиляционным стаканам.

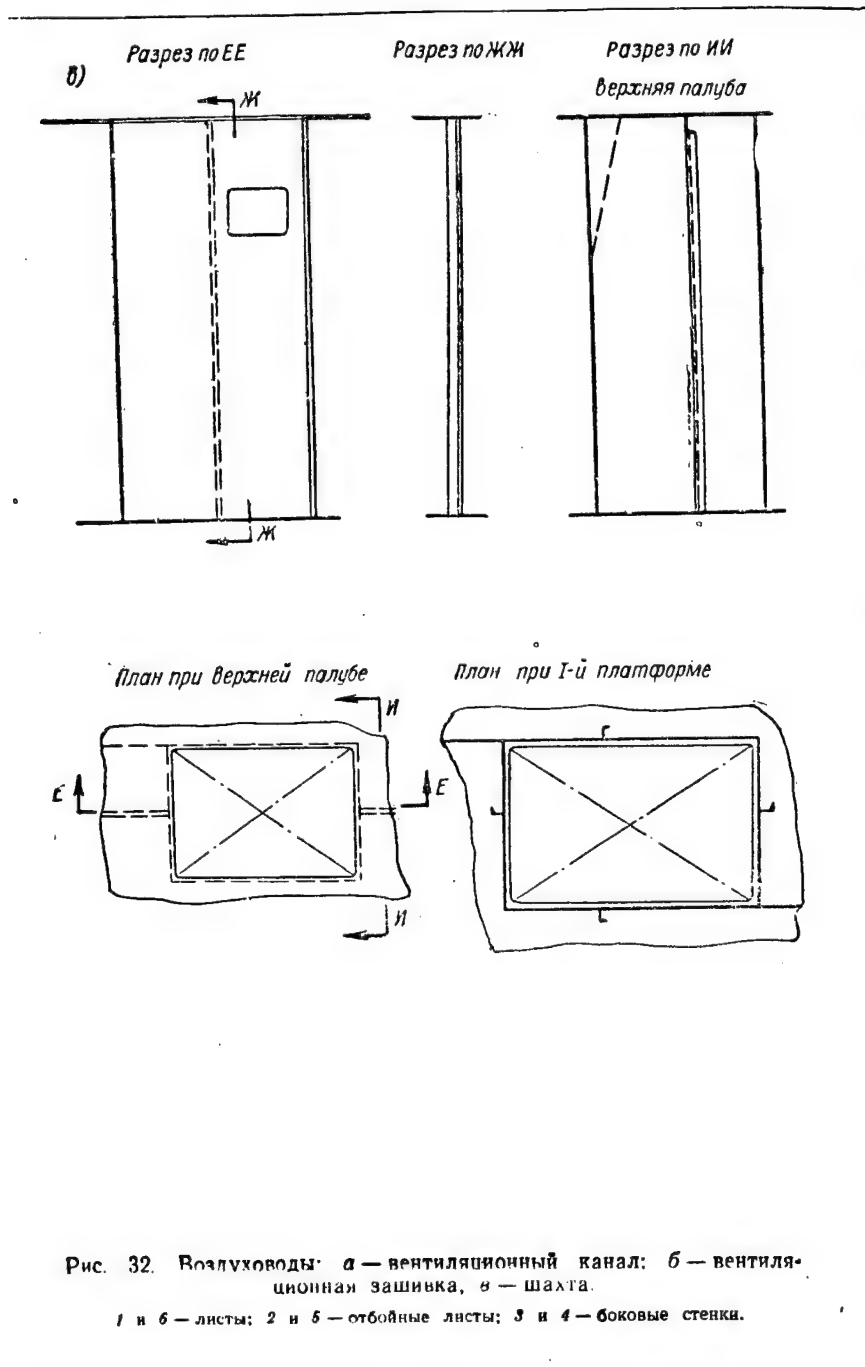
На рис. 32, б показана вентиляционная зашивка, проходное сечение которой состоит из переборок верхней палубы и листов бокового и нижнего. Пунктиром нанесены вентиляционные стаканы.

Рис. 32, в иллюстрирует шахты машинной вентиляции. Шахта, которая служит для перемещения больших объемов воздуха, состоит из четырех стенок с приваренными к ним ребрами жесткости из полосоубульба.

Детали вентиляционных каналов, зашивок или шахт заготавливают в цехе и, если представляется возможным, их предварительно собирают в узлы. Если шахта имеет несколько стволов (т. е. проходных сечений), то каждый из них собирается с таким расчетом, чтобы его можно было приваривать к переборке или палубе и обеспечить непроницаемость между отдельными стволами.

Прямые участки вентиляционных каналов, как, например, узел, состоящий из деталей 3, 1 и 3 (рис. 32, а), целесообразно изготавливать посредством гибки из целой заготовки.





В тех случаях, где каналы имеют более сложную форму, каждая стенка изготавливается отдельно, затем они собираются между собой на электроприхватках и завариваются электродуговой сваркой. Сварные швы или вся конструкция испытываются на непроницаемость.

Предварительно собранную шахту, канал или зашивку тщательно очищают от ржавчины и окрашивают свинцовым суриком, оставляя при этом незакрашенными кромки шириной 10—15 мм для приварки собранного канала к элементам корпуса.

Примером вентиляционного канала, который можно собрать целиком предварительно в цехе, служит изображенный на рис. 32, а. Боковые стенки канала (деталь 3) и передняя стенка (деталь 1) получаются из одной заготовки посредством гибки. Нижняя часть канала (из деталей 4, 6 и 4) собирается на сварке совместно с отбойным листом (деталь 5). В верхней части канала размечается и вырезается газом отверстие под вентиляционный стакан. После газовой резки кромки отверстия зачищаются и выправляются. Между стенками 3 и передним листом устанавливается и приваривается отбойный лист (деталь 2). Верхняя часть канала (деталь 3, 1 и 3) собирается с нижней (детали 4, 6 и 4) на электроприхватках, а после сварки правится.

При заготовке деталей вентиляционного канала необходимо учитывать возможные отклонения фактического расстояния между верхней палубой и первой платформой от заданного в чертеже. Для этого детали канала по их высоте заготавливаются с припуском. Величина припуска определяется точностью изготовления секции и сборки корпуса судна. Практически припуск в подобных случаях должен составлять 15—20 мм. При установке вентиляционного канала на судне излишняя часть припуска отрезается.

Собранный, испытанный и покрашенный вентиляционный канал устанавливается на место, закрепляется электроприхватками и приваривается.

В тех случаях, когда вентиляционный канал предварительно собрать невозможно, сборку его ведут последовательно из отдельных деталей на месте монтажа.

Детали шахты должны быть загрунтованы заранее, так как покраска после сборки и сварки шахты весьма затруднительна.

После сварки каждый канал испытывается на плотность воздушным давлением. Для испытания на все отверстия, имеющиеся в канале, ставят стальные заглушки толщиной 4—6 мм и прокладки к ним — из листовой резины толщиной 5 мм. Заглушки плотно прижимаются к фланцам трубцами или закрепляются на болтах. В одной из заглушек сверлится отверстие и приваривается штуцер для присоединения воздушного шланга. Если на канале имеются непроницаемые крышки, то перед испытанием их задранивают. Шланг, подводящий сжатый воздух для испытания, снабжается специальными тройниками с редуктором, манометром.



метром и запорным краном. Редуктор служит для уменьшения давления сжатого воздуха, а манометр — для измерения давления в испытываемом канале.

Давление, указанное в технических условиях на испытание вентиляционных каналов, должно оставаться в испытываемом канале постоянным обычно в течение двух часов (или другого особо оговоренного времени).

Если давление уменьшается ранее указанного срока, то это говорит о низком качестве сварных швов. Дефекты сварных швов определяются обмазыванием их мыльной пеной. В местах пропуска воздуха образуется мыльный пузырь. Эти места обозначаются мелом. Некачественный сварной шов вырубается и заваривается вновь.

После устранения дефектов канал испытывается вторично. По окончании испытаний внутренняя поверхность канала вновь окрашивается специальным пульверизатором. Качество окраски в труднодоступных местах проверяется с помощью зеркала и опущенной внутрь канала электрической лампы.

Технология изготовления и монтажа сложных вентиляционных каналов, зашивок и шахт принципиально не отличается от описанной выше; она должна быть построена так, чтобы обеспечить правильную последовательность сборки, сварки и испытания на плотность сварных швов вентиляционного канала.

Приступать к работе по монтажу вентиляционных каналов без предварительного изучения порядка сборки нельзя, так как в этом случае в процессе работы может выявиться невозможность установки и приварки всех деталей.

#### **§ 23. ДОПУСКИ И ПРИПУСКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТРУБ ВЕНТИЛЯЦИИ**

При изготовлении различных деталей выдержать абсолютно точно размеры, указанные в чертеже, невозможно, так как в процессе разметки, резки и других видов обработки возникают неточности, вызывающие отступления от чертежных размеров деталей. Совершенно очевидно, что при сборке изделий или конструкций, состоящих из большого числа различных деталей, их действительные размеры будут отличаться от заданных в чертеже на алгебраическую сумму отступлений, допущенных по каждой детали.

Действительным размером называется тот, который получается непосредственным измерением после окончательного изготовления детали или изделия.

Размеры, между которыми может колебаться действительный размер, называются предельными размерами. Один из них будет наибольшим предельным размером, а другой — наименьшим.

Чем меньше разница между действительными размерами изделия и соответствующими номинальными (чертежными) размерами, заданными в чертеже, тем больше его точность. Точность определяется действительным отклонением, т. е. разностью между действительным и номинальным размерами.

Верхним отклонением называется разность между наибольшим предельным размером и номинальным размером, нижним — разность между наименьшим предельным размером и номинальным размером.

Чем большая точность требуется при изготовлении изделия, тем труднее его изготовить. Поэтому для определения необходимой точности изготовления того или другого изделия исходят из требований, которые к ним предъявляются. Например, при изготовлении труб судовой вентиляции нет никакого смысла выполнять их по длине с такой точностью, чтобы фактическая длина трубы не расходилась с номинальной. Такой высокой точности не требуется, так как, например, точность установки корпусных конструкций судна, с которыми связывается трубопровод при монтаже, допускается равной нескольким миллиметрам.

Для определения необходимой точности изготовления различных деталей и конструкций устанавливаются допуски.

Допуск — допускаемое отклонение фактических размеров детали или конструкции от размеров, поставленных в чертеже. Допуски на размеры имеют верхние и нижние пределы. Так, например, если в чертеже указан размер  $1070^{+3}_{-1}$ , это значит, что деталь может быть изготовлена размером от 1069 до 1073 мм. В данном случае нижним пределом допуска является  $-1$ , а верхним  $+3$ .

При разделке кромок под ручную электросварку установлен зазор между деталями по нормали в зависимости от их толщины и способа сварки. В большинстве случаев этот зазор бывает равным 2 мм. В нормали же он указан следующим образом:  $a = 2 \pm 1$ ;  $a = 2 \pm 0,5$  и т. д. В первом случае в пределах допусков будет любой зазор, если он не более 3 мм ( $2 + 1$ ) и не менее 1 мм ( $2 - 1$ ). Во втором случае зазор должен быть не более 2,5 мм и не менее 1,5 мм.

Точность изготовления труб вентиляции по длине, а также наружных размеров фланцев обычно определяется допусками на свободные размеры. К ним относятся допуски для размеров, не входящих в размерные цепи и не влияющих непосредственно на характер соединения деталей. Эти допуски заданы ОСТ 1010 и ГОСТ 2689—54 по 7, 8 и 9-му классам точности. Например, длина отдельно взятой вентиляционной трубы является свободным размером, так как она не влияет на характер соединения деталей самой трубы. Наружные же размеры сторон трубы и внутренние размеры фланца не являются свободными, так как при сборке они

вливают на характер соединения, а поэтому допуски на эти размеры заданы соответствующими нормами.

Численные значения допусков на свободные размеры даны в табл. 13. Охватываемые размеры получают допуски по системе «вал», внутренние размеры — по системе «отверстие». Так, если в чертеже на изготовление труб сказано: свободные размеры по 8-му классу точности, а номинальная длина трубы 1550 мм, то, согласно таблице, предельными размерами трубы будут: верхний +0, нижний -4,5. Длина трубы является охватываемым размером, а поэтому допуски берутся в графе «вал».

Таблица 13

Численные значения допусков, установленных  
ОСТ 1010 и ГОСТ 2689—54, мм

Номинальный размер	Отклонения	7-й класс		8-й класс		9-й класс	
		Отверстие	Вал	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал
		A <sub>7</sub>	B <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	B <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	B <sub>9</sub>
Св. 50 до 80	B H	+0,74 0	0 -0,74	+1,20 0	0 -1,20	+1,90 0	0 -1,90
Св. 80 до 120	B H	+0,87 0	0 -0,87	+1,40 0	0 -1,40	+2,20 0	0 -2,20
Св. 120 до 180	B H	+1,00 0	0 -1,00	+1,60 0	0 -1,60	+2,50 0	0 -2,50
Св. 180 до 260	B H	+1,15 0	0 -1,15	+1,90 0	0 -1,90	+2,90 0	0 -2,90
Св. 260 до 360	B H	+1,35 0	0 -1,35	+2,20 0	0 -2,20	+3,30 0	0 -3,30
Св. 360 до 500	B H	+1,55 0	0 -1,55	+2,50 0	0 -2,50	+3,80 0	0 -3,80
Св. 500 до 630	B H	+1,80 0	0 -1,80	+2,80 0	0 -2,80	+4,50 0	0 -4,50
Св. 630 до 800	B H	+2,00 0	0 -2,00	+3,00 0	0 -3,00	+5,00 0	0 -5,00
Св. 800 до 1000	B H	+2,20 0	0 -2,20	+3,50 0	0 -3,50	+5,50 0	0 -5,50
Св. 1000 до 1250	B H	+2,40 0	0 -2,40	+4,00 0	0 -4,00	+6,00 0	0 -6,00
Св. 1250 до 1600	B H	+2,60 0	0 -2,60	+4,50 0	0 -4,50	+6,50 0	0 -6,50

		Продолжение					
Номинальный размер	Отклонения <sup>1</sup>	7-й класс		8-й класс		9-й класс	
		Отверстие	Вал	Отверстие	Вал	Отверстие	Вал
		A <sub>7</sub>	B <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	B <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	B <sub>9</sub>
Св. 1600 до 2000	B H	+3,00 0	0 -3,00	+5,00 0	0 -5,00	+7,00 0	0 -7,00
Св. 2000 до 2500	B H	+3,50 0	0 -3,50	+5,50 0	0 -5,50	+8,00 0	0 -8,00
Св. 2500 до 3150	B H	+4,00 0	0 -4,00	+6,00 0	0 -6,00	+9,00 0	0 -9,00

<sup>1</sup> В — верхние; Н — нижние.

Припуском называется та часть детали или конструкции, которую удаляют при их окончательной обработке или при подгонке с соединяемыми конструкциями в процессе монтажных работ. Например, при изготовлении «забойных» труб они изготавливаются длиннее, чем показано в чертеже, на 20—40 мм, т. е. с припуском. Длина трубы окончательно определяется при предварительном монтаже, когда установлены смежные трубы и определено расстояние между их фланцами. Припуски по обоим концам трубы подрезаются, когда на трубу заводятся фланцы.

## § 24 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФЛАНЦЕВ

Вентиляционные фланцы являются составной частью труб или арматуры и служат для соединения различных элементов вентиляции между собой.

В зависимости от формы сечения канала трубные фланцы разделяются на круглые и прямоугольные. По способу соединения с трубопроводами фланцы делятся на приварные и накидные.

Круглые приварные фланцы (рис. 33, а) определяются следующими размерами:

наружным диаметром  $D$ ; диаметром окружности расположения отверстий  $D_1$ ; диаметром внутреннего выреза  $d_1$ ; числом отверстий под болты  $n$ .

Вентиляционные фланцы имеют отверстия под болты М8 диаметром 9 мм.

Размеры фланцев определяются условным проходом ( $D_y$ ); они обозначаются им и номером ведомственной нормали на фланцы. Так, например, фланец с условным проходом  $D_y = 125$  мм, обозначается так: «Фланец 125 С1 548—52», где С1 548—52 — номер нормали.

Прямоугольные приварные фланцы (рис. 33, б) определяются следующими размерами:

внутренние размеры сторон прямоугольного выреза —  $a_1$  и  $b_1$ ; наружные размеры сторон —  $a$  и  $b$ ; число отверстий под болты на стороне —  $A$  и  $B$ ; шаг между отверстиями —  $t$ ; диаметр отверстий — 9 мм.

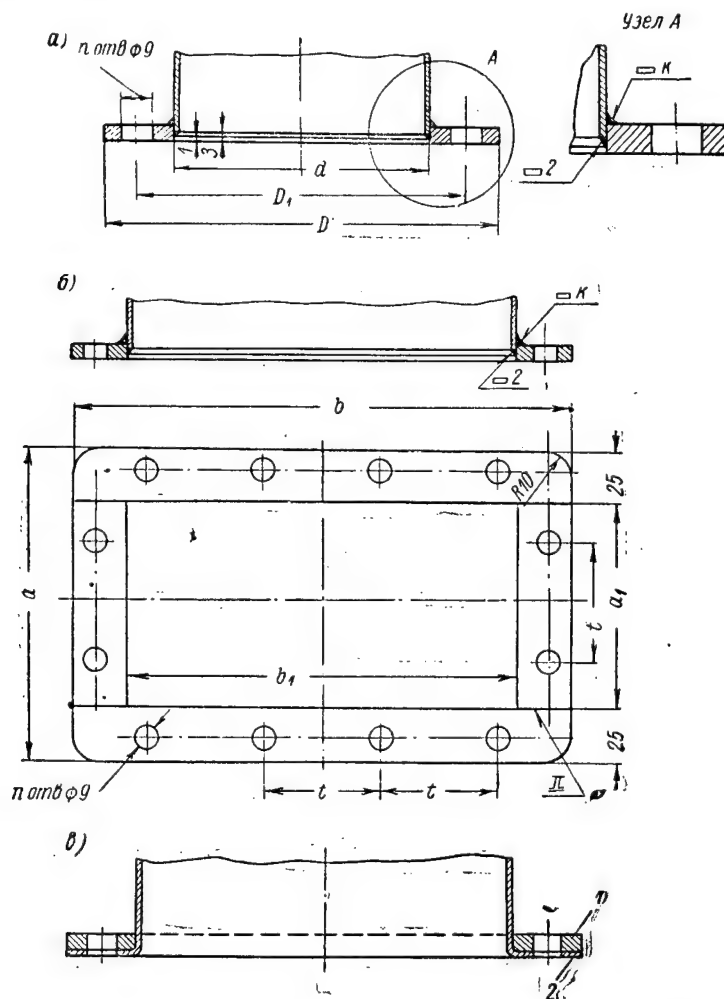


Рис. 33. Фланцы вентиляционные трубные: а — круглый; б — прямоугольный; в — накладной.  
1 — фланец; 2 — кромка трубы.

В условном обозначении прямоугольных фланцев указываются условные стороны и условный проход. Так, например, фланец с

условным проходом  $D_y = 125$  мм и условными размерами сторон 80 и 160 обозначается: «Фланец 125/80 × 160 — С1 548—52».

Условные размеры меньше внутренних размеров  $a_1$  и  $b_1$ . В данном случае  $a_1 = 85$  мм,  $b_1 = 165$  мм.

Накидные фланцы (рис. 33, в) по своей форме и размерам одинаковы с приварными, но не соединяются с трубой при помощи сварки, а свободно надеваются на нее.

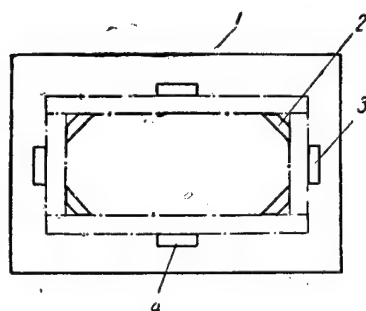


Рис. 34. Кондуктор для сборки прямоугольных фланцев.

1 — металлический лист;  
2, 3 и 4 — фиксаторы.

Как видно из рис. 33, в, кромки трубы отгибаются, образуя отбуртовку шириной 25 мм. Фланец делается разрезным. Для прямоугольных труб фланцы разрезаются так, чтобы половинки были Г-образной формы и из двух половинок можно было составить обычный фланец.

Половинки фланца заводятся на трубу. В отбуртовке трубы сверлятся отверстия по отверстиям фланца. Один из углов внутреннего выреза фланца закругляется по радиусу так, чтобы правильно соприкасаться с дугой в месте изгиба кромки трубы.

Накидные фланцы применяются у трубопроводов, изготовляемых из алюминиевых сплавов, к которым невозможно приварить стальные фланцы.

Поверхность фланцев должна быть гладкой, без раковин, пленок, заусенцев и других дефектов. Как внутренние, так и наружные стороны прямоугольных фланцев должны быть перпендикулярны.

Круглые фланцы изготовляются посредством автоматической газовой резки или вырезкой на токарном станке, а при массовом производстве вырубаются на прессах.

Отверстия под болты размечаются на специальных приспособлениях или же сверлятся на многошпиндельных станках.

Фланцы прямоугольного сечения делаются из полос, соединяемых между собой на сварке. Сборка и сварка их производятся в кондукторах, принцип устройства которых изображен на рис. 34. На металлическом листе приварены фиксаторы, между которыми закладываются детали фланца, изображенные штрих-пунктиром. Как видно из рис. 34, детали фланца будут укладываться между фиксаторами кондуктора в строго определенном положении.

Для каждого размера фланца изготовляется отдельный кондуктор. После сварки фланец вынимается из кондуктора, переворачивается и стыки завариваются с обратной стороны. Усиления сварных швов снимаются на наждачном точиле, а фланцы правятся на плите. По кондуктору в них сверлятся отверстия под

болты. Закругления наружных углов фланцев вырубается на прессе. При массовом производстве прямоугольных фланцев они вырубается на прессах, для чего изготавливаются специальные штампы.

От указанных в чертежах размеров допускаются следующие отклонения:

а) для диаметров окружности расположения центров болтовых отверстий круглых фланцев по хордам  $\pm 0,3$  мм;

б) для размеров между осями расположения центров болтовых отверстий прямоугольных фланцев и между центрами отверстий по осям в зависимости от разности между диаметром отверстия и болта. Для вентиляционных фланцев эта разность равна  $9-8=1$  мм, а допуск  $\pm 0,4$  мм;

в) для свободных размеров обрабатываемых поверхностей — по 7-му классу точности и необрабатываемых — по 8-му классу точности.

#### § 25. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СТАКАНОВ И ПОЛУСТАКАНОВ

Вентиляционные стаканы (рис. 35) служат для соединения труб в местах прохода трубопроводов через переборки и палубы. Стакан представляет собой короткую трубу прямоугольного или

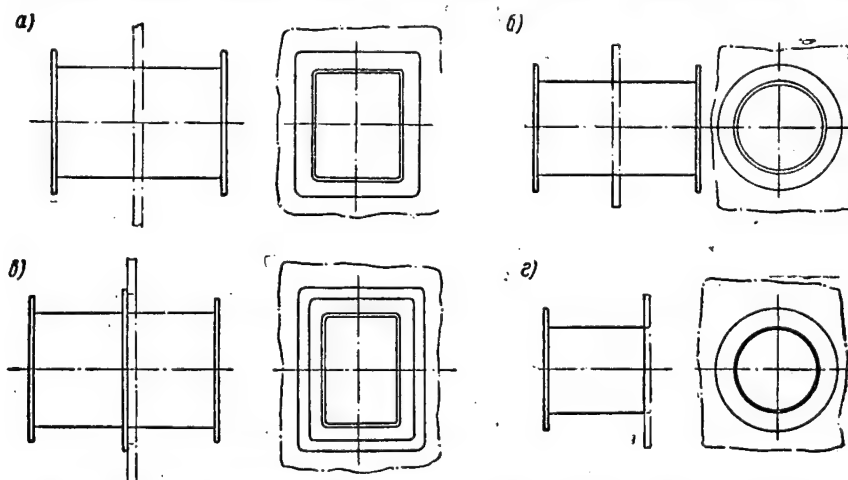


Рис. 35. Вентиляционные стаканы: а — прямоугольный; б — круглый; в — со средним фланцем; г — полустакан.

круглого сечения с утолщенными стенками. На концах его имеются фланцы для присоединения к ним труб или арматуры; при этом один из фланцев стакана не приваривается к корпусу до установки стакана (рис. 35, а и б).

В ряде случаев применяются стаканы со средним фланцем (рис. 35, в). Такой фланец делается увеличенных размеров, с расчетом перекрыть отверстие, через которое может свободно пройти крайний фланец при установке стакана под сварку. У подобных стаканов все фланцы заранее привариваются к корпусу.

Полустаканы (рис. 35, г) имеют лишь один фланец и служат для присоединения труб к вентиляционным каналам и зашивкам. Корпусы полустакана привариваются к стенкам вентиляционных каналов. Предварительно в месте приварки вырезается отверстие.

Корпусы и фланцы стаканов и полустаканов изготавливаются из листового проката. Корпусы круглых стаканов могут заготавливаться из тонкостенных стальных труб или посредством гибки вырезанных из листов заготовок в трехвалковых гибочных вальцах. Стаканы из согнутых труб соединяются при помощи электродуговой или контактной сварки. После сварки производится правка корпуса в вальцах. Сварные швы тщательно зачищаются, особенно с внутренней стороны.

При разметке ширины развертки стакана необходимо учитывать толщину стенки последнего. Ширина развертки круглого стакана

$$L = 3,14 (D_n - t),$$

где  $D_n$  — наружный диаметр стакана;  
 $t$  — толщина стенки стакана.

На корпус стакана надевается и с двух сторон приваривается один фланец (см. узел А на рис. 33, а). Неровности сварных швов зачищаются наждачной машинкой. При сварке необходимо следить за тем, чтобы катет сварного шва  $k$ , соединяющего корпус с фланцем, не превышал 5 мм. В противном случае это будет препятствовать правильной посадке головки болта при соединении двух фланцев. Второй фланец привязывается к стакану для комплектности проволокой.

Стаканы маркируются в соответствии с указанием на чертеже.

Корпусы стаканов прямоугольного сечения при толщине стенки до 2 мм гнутся на кромкогибочном станке трехкратной гибкой под углом 90°.

При разметке ширины развертки корпуса прямоугольного стакана необходимо учитывать толщину его стенки  $t$  и радиус закругления угла  $R$  (внутренней поверхности корпуса).

Если наружные размеры сечения стакана  $A \times B$ , то ширина развертки корпуса стакана

$$L = 2(A + B) - 1,29 R - 5,64t.$$

Если принять, что радиус закругления угла  $R = 2t$ , тогда ширина развертки корпуса стакана

$$L = 2(A + B) - 9,2t.$$



При гибке заготовки корпуса на кромкогибочном станке надо обращать внимание, чтобы при последнем загибе корпус не смяло фартуком станка; чтобы не допустить этого, свободную кромку корпуса нужно несколько отогнуть вверх. После гибки для придания корпусу ровной прямоугольной формы его правят на штанге деревянной киянкой.

Если корпуса прямоугольных стаканов имеют стенку толще 2 мм, их целесообразно собирать из четырех отдельных стенок, закрепляя между собой электроприхватками. Для уменьшения коробления прихватки следует располагать с шагом 70—80 мм.

Изготовленный вентиляционный стакан испытывается на плотность керосином. Сварные швы стакана обмазываются снаружи жидким раствором мела. Для ускорения просыхания разрешается прогревать швы пламенем газовой горелки. После высыхания внутреннюю поверхность швов обильно смазывают керосином. Если в течение полутора-двух часов на темной поверхности образуются желтые пятна от просачивающегося керосина, то в этом месте имеется дефект сварки. После исправления производится повторное испытание.

Готовые стаканы оцинковываются или фосфотируются.

## § 26. РАЗМЕТКА ДЕТАЛЕЙ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

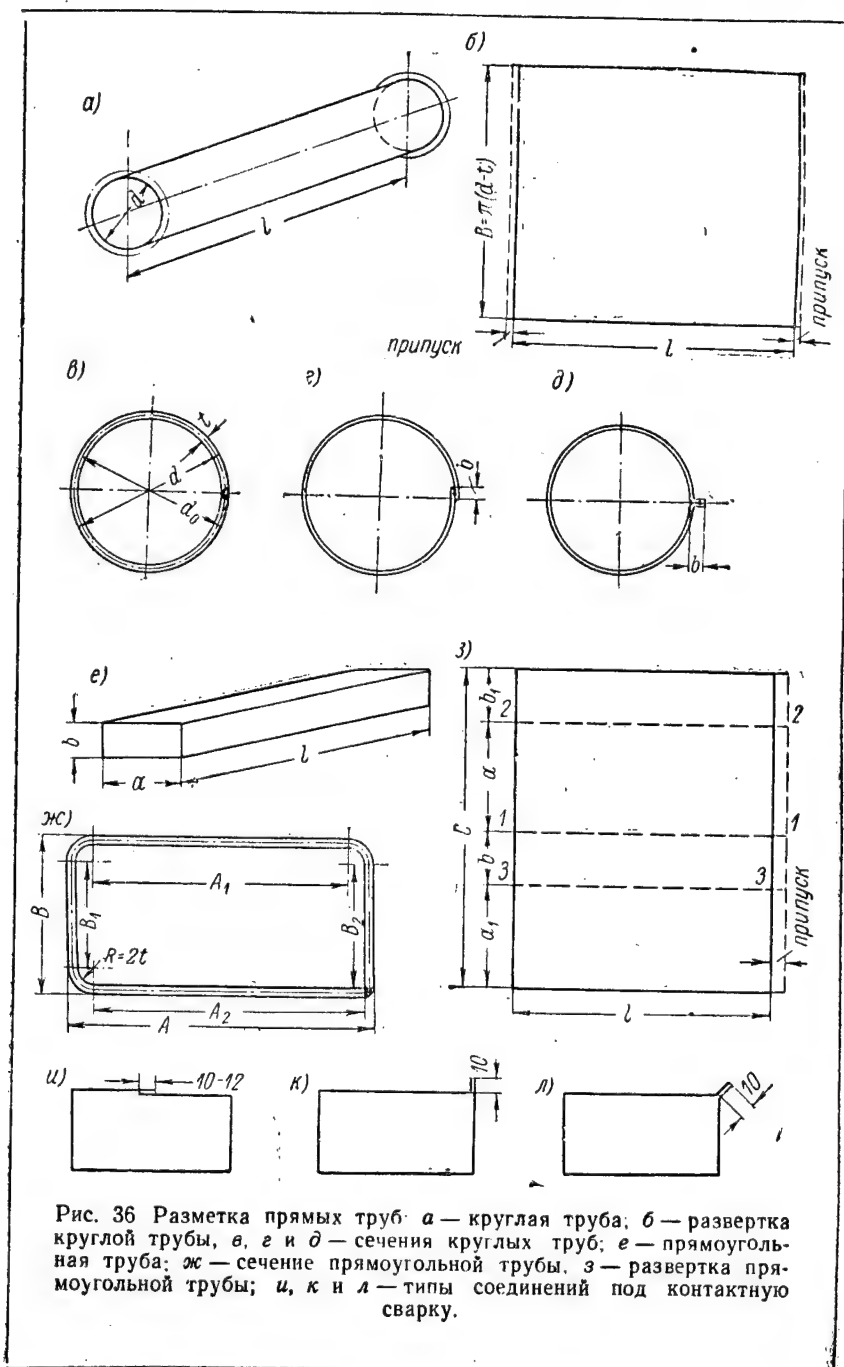
Независимо от метода изготовления вентиляционных труб важнейшей операцией в процессе их выполнения является разметка. В результате разметки должна быть получена заготовка необходимой конфигурации и размеров с учетом технологических припусков на последующую обработку, а также способа соединения отдельных деталей под сварку. Точность разметки должна обеспечивать соответствующую точность заготовок деталей и трубопроводов в целом.

Разметка листового материала производится на специально оборудованных столах с хорошим освещением. Разметочный инструмент должен быть исправным. Линии на размечаемых стальных листах наносятся чертилкой, а на листах из алюминиевых сплавов — графитовым карандашом. Перед разметкой листы, имеющие большие бухтины, правятся на правильных вальцах.

Для получения качественной резки размеченных листов на гильотинах или дисковых ножницах разметку деталей необходимо вести так, чтобы размеченные линии располагались не ближе 5 мм от кромки листов.

При разметке деталей труб следует разбивать сложные трубы на более простые части с таким расчетом, чтобы количество сварных швов было минимальным.

Раскраивая материал, следует помнить, что диаметр труб или размеры их прямоугольного сечения всегда задаются по наружной поверхности стенок. Внутренние радиусы закруглений в углах



прямоугольных труб при разметке принимаются равными 1,5—2 толщины листа. Заготовки «забойных» труб должны иметь припуск по концам трубы 15—30 мм. Трубы, окончательно изготавливаемые в цехе, размечаются по длине с допуском 1—2 мм.

Для обеспечения возможности посадки фланцев на трубы ширина разверток труб прямоугольного сечения должна иметь отклонения от расчетных размеров только в меньшую сторону. При этом допускаются следующие отклонения:

Ширина развертки, мм	Отклонение, мм
До 600 . . . . .	—1
От 600 до 1200 . . . . .	—2
Свыше 1200 . . . . .	—3

Для труб круглого сечения ширину развертки следует брать на 1—2 мм меньше расчетной.

Соединения деталей труб зависят от конфигурации воздухопроводов и вида сварки.

Разметка заготовок труб производится с учетом типа соединения. Заготовки труб, соединяемых контактной сваркой, размечаются с припуском на перекрой под сварку.

**Разметка круглых прямых труб.** Для разметки заготовок прямых труб круглого сечения (рис. 36, а) необходимо знать наружный диаметр трубы  $d$ , длину трубы  $l$ , толщину стенки трубы  $t$ .

Размеры заготовки (рис. 36, б) определяются следующим образом.

Ширина заготовки равна длине окружности сечения трубы (рис. 36, в) со средним диаметром  $d_0$

$$B = \pi \cdot d_0,$$

но так как

$$d_0 = d - \left(2 \cdot \frac{t}{2}\right),$$

то

$$B = \pi(d - t) = 3,14(d - t).$$

Так, например, если наружный диаметр трубы должен быть 300 мм, то при толщине металла  $t = 2$  ширина заготовки будет

$$B = 3,14(300 - 2) = 3,14 \times 298 = 935,72 \approx 936 \text{ мм.}$$

Чтобы обеспечить надевание фланца на трубу, уменьшим ширину заготовки на 2 мм и примем ее равной 934 мм.

В случае разметки трубы под контактную шовную сварку с перекроем кромок (рис. 36, г) ширина заготовки увеличивается на величину перекроя  $b$ , а при сборке трубы под шовную сварку с отбортовкой кромок (в соответствии с рис. 36, д) ширину заготовки увеличивают на величину  $(2b - 2)$  мм.

Длина заготовки «забойных» труб размечается с припуском  $20 \div 40$  мм, а при изготовлении труб по детальным чертежам —  $2 \div 4$  мм.

**Разметка прямых труб прямоугольного сечения.** Разметка таких труб (рис. 36, е) производится по следующим данным: сечение трубы —  $A \times B$  (рис. 36, ж); длина трубы —  $l$ ; толщина стенки —  $t$ .

Условные проходы канала прямоугольного сечения обозначаются дробью. В числителе указывается условное обозначение прохода, в знаменателе — произведение размеров сторон прямоугольного сечения, равнозначного круглому, т. е.  $A \times B$ . Например условный проход канала прямоугольного сечения с размерами сторон  $A = 80$  мм и  $B = 160$  мм, равнозначного круглому сечению условного прохода 125 мм, обозначается так:  $125/80 \times 160$ .

Ширина заготовки представляет собой развертку осевой линии поперечного сечения трубы, обозначенной на рис. 36, ж штрих-пунктирной линией.

Длина развертки осевой линии равна сумме прямых участков  $A_1 + A_2 + B_1 + B_2$  и трем участкам, представляющим дуги окружности с радиусом  $R + \frac{t}{2}$ , т. е.

$$3 \times \frac{1}{4} \times 2 \times 3,14 \left( R + \frac{t}{2} \right) = \frac{3}{2} \times 3,14 \left( R + \frac{t}{2} \right).$$

Сумма всех участков равна

$$L = A_1 + A_2 + B_1 + B_2 + \frac{3}{2} \times 3,14 \left( R + \frac{t}{2} \right).$$

Для удобства пользования этой формулой выразим значения  $A_1$ ;  $A_2$ ;  $B_1$  и  $B_2$  через наружные размеры сечения  $A$  и  $B$  и толщину трубы  $t$ .

Из сечения трубы определяем, что

$$A_1 = A - 2(R + t);$$

$$A_2 = A - (R + t) - t;$$

$$B_1 = B - 2(R + t);$$

$$B_2 = B - (R + t) - t.$$

Сумма их будет равна

$$A_1 + A_2 + B_1 + B_2 = 2(A + B) - 6(R + t) - 2t;$$

$$\begin{aligned} L &= 2(A + B) - 6(R + t) - 2t + \frac{3}{2} \times 3,14 \left( R + \frac{t}{2} \right) = \\ &= 2(A + B) - 1,29R - 5,64t. \end{aligned}$$

При гибке труб на кромкогибочном станке радиус закругления в местах изгиба стенок трубы  $R$  должен быть в пределах

1,5—2 толщины стенок трубы. Принимаем, как более часто встречающееся соотношение,

$$R = 2t$$

и, выразив в формуле ширины развертки значение  $R$  через  $t$ , получаем

$$L = 2(A + B) - 1,29(2t) - 5,64t = 2(A + B) - 9,2t;$$

$$L \approx 2(A + B) - 9,2t.$$

Так, например, если прямоугольная труба с толщиной стенок  $t = 2$  мм имеет сечение  $620 \times 320$  мм, то ширина заготовки

$$L = 2(620 + 320) - 9,2 \times 2 = 1880 - 18,4 = 1861,6 \approx 1862 \text{ мм.}$$

Для обеспечения насадки фланцев на трубу уменьшаем ширину развертки на 2 мм и принимаем ее равной  $1862 - 2 = 1860$  мм.

Определение мест разметки линий перегибов стенок трубы на заготовке (рис. 36, з) производим в следующем порядке. Делим ширину развертки  $C$  на две равные части и проводим линиюгиба  $1-1$ . Для определения линийгиба  $2-2$  и  $3-3$  определяем расстояние  $a_1$  и  $b_1$  по следующим формулам

$$a_1 = A - 1,3t;$$

$$b_1 = B - 1,3t,$$

где  $A$  и  $B$  — размеры сечения трубы;  
 $t$  — толщина трубы.

Из приведенного выше примера ширина развертки  $C = 1860$  мм; следовательно, линиягиба  $1-1$  будет расположена от кромок заготовки на расстоянии  $\frac{C}{2} = 930$  мм, а расстояния  $a_1$  и  $b_1$  будут равны

$$a_1 = A - 1,3t = 620 - 1,3 \times 2 = 617,4 \approx 617 \text{ мм;}$$

$$b_1 = B - 1,3t = 320 - 1,3 \times 2 = 317,4 \approx 317 \text{ мм.}$$

При разметке труб под контактную сварку в соответствии со сварными соединениями, указанными на рис. 36, и, к и л, ширина заготовки соответственно увеличивается.

Длина заготовок берется с припуском так же, как это делалось для круглых труб.

**Разметка цилиндрических переходов.** Разметка подобных переходов (рис. 37, а) производится по их основным размерам: диаметру нижнего основания —  $D$ ; диаметру верхнего основания —  $d$ ; высоте перехода —  $h$ .

В зависимости от соотношения этих размеров цилиндрические переходы бывают с доступной и недоступной вершинами.

В первом случае пересечение образующих конуса (рис. 37, *а*) укладывается в пределах листа, во втором — за его пределами. Приемы построения разверток цилиндрических переходов, представляющих собой усеченный конус, вытекают из принципа развертки конуса при его качении по плоскости (рис. 37, *б*).

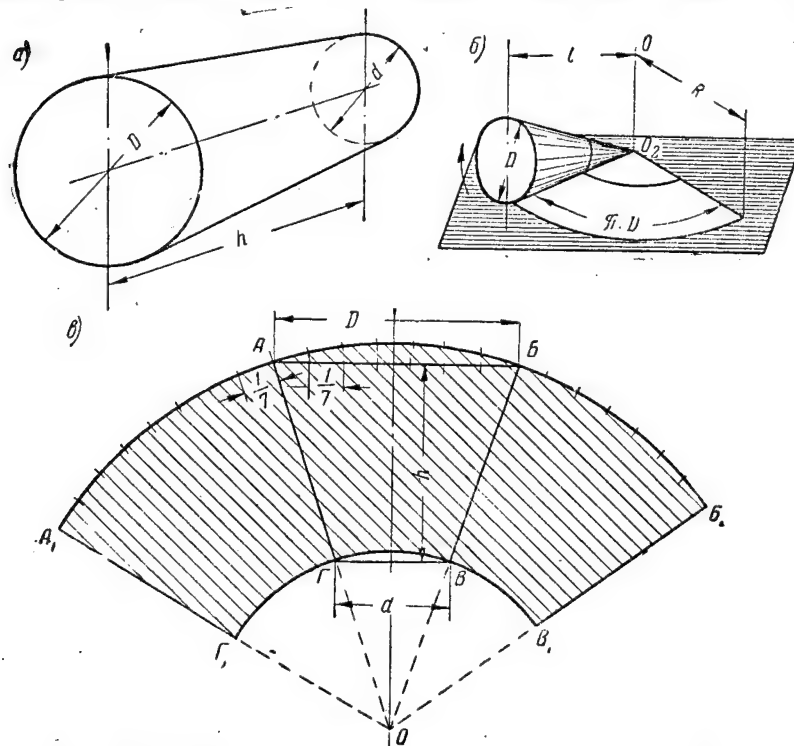


Рис. 37. Развертка цилиндрического перехода: *а* — конус; *б* — развертка конуса; *в* — построение цилиндрического перехода.

Полный конус с основанием, диаметр которого равен  $D$ , катясь по плоскости вокруг своей вершины  $O$ , оставляет на плоскости листа след, являющийся разверткой поверхности конуса. Так как дуга развертки представляет след окружности основания конуса, то длина ее равна длине окружности основания конуса с диаметром  $D$ , т. е.  $\pi D$ , а радиус развертки  $R$  равен образующей конуса  $l$ .

Если полный конус срезать плоскостью, параллельной основанию, то получится усеченный конус (рис. 37, *а*).

Чтобы вычертить развертку усеченного конуса с доступной вершиной, производим построение, изображенное на рис. 37, *в*. По диаметрам оснований  $D$ ,  $d$  и высоте  $h$  строим боковой вид  $АВВГ$ . Продолжая образующие конуса  $АГ$  и  $ВВ$  в направлении

вершины, находим точку их пересечения  $O$ . Эта точка обязательно должна расположиться на осевой линии, указанной штрих-пунктиром. Циркулем из центра  $O$  проводим две дуги: одну через точку  $A$ , а другую через точку  $G$ . От произвольно выбранной на дуге точки  $A_1$  откладываем длину окружности основания конуса посредством прочной разметочной нитки или проволоки; при этом другой конец отмечает точку  $B_1$ . Искомая длина будет равна диаметру нижнего основания конуса  $D$ , умноженному на  $3,14(\pi)$ . Соединяем точки  $A_1$  и  $B_1$  с вершиной  $O$ , при этом прямые  $A_1O$  и  $B_1O$  пересекут дугу в точках  $G_1$  и  $B_1$ . Фигура  $A_1B_1G_1$  является разверткой усеченного конуса.

В случае необходимости длину окружности основания конуса на развертке можно отложить другим способом. Посредством циркуля делим диаметр основания  $AB$  на семь равных частей и на большой дуге циркулем откладываем направо от точки  $A$  22 таких части. Число частей  $22:7$  приблизительно равно  $3,14$ , т. е.  $\pi$ . Поэтому каждый из отложенных на дуге 22 отрезков равен  $\frac{1}{7}D$ , а в сумме они приблизительно будут равны длине окружности

$$\frac{1}{7}D \times 22 = \frac{22}{7}D = 3,14D.$$

В результате откладывания на дуге отрезков, равных  $\frac{1}{7}D$ , последний, т. е. 22-й отрезок совпадает с точкой  $B_1$ .

Рассмотренный выше метод построения развертки цилиндрического перехода возможен лишь при условии, если образующие  $AG$  и  $BB$  при их продолжении пересекутся на расстоянии, доступном для описания окружности. В противном случае построение развертки перехода производится по способу развертки «с недоступной вершиной». Этот способ применяется в случае, если диаметр верхнего основания конуса по размеру мало отличается от диаметра нижнего основания, а размеры диаметров значительны.

Ниже будет рассмотрен приближенный способ построения развертки, дающий практически достаточно точные результаты.

Ход построения показан на рис. 38.

Для определения высоты развертки  $l$  по данным  $D$ ,  $d$  и  $h$  строим боковой вид цилиндрического перехода (рис. 38,  $a$ ). Длина  $l$  образующей бокового вида перехода будет высотой при построении развертки.

Для определения правильного расположения развертки на листе металла предварительно определяется приблизительная ширина развертки у нижнего и верхнего оснований. Так, например, если  $D = 560$  мм,  $d = 460$  мм и  $h = 750$  мм, то ширина развертки нижнего основания будет

$$\pi D = 3,14 \times 560 = 1758,4 \text{ мм},$$

а ширина развертки верхнего основания

$$\pi d = 3,14 \times 460 = 1444,4 \text{ мм.}$$

Так как в данном случае ширина развертки больше длины листа (1420 мм), а высота больше ширины листа (710 мм), то для заготовки перехода необходимо будет к листу 1420 × 710 приварить наставки по длине и ширине, чтобы общий габарит его был 1800 × 800 (с учетом припуска на высоту перехода).

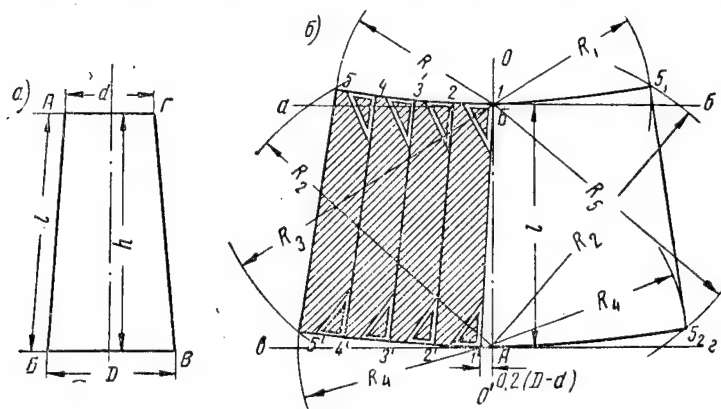


Рис. 38. Развертка цилиндрического перехода с недоступной вершиной: а — боковой вид; б — построение развертки.

Теперь, на расстоянии 900 мм от края листа проводим ось  $OO'$ , а на расстоянии 20 мм от нижней кромки листа откладываем высоту развертки  $l$  (рис. 38, б), размер которой циркулем переносим с бокового вида, и размечаем точки А и Б. Через точки А и Б к оси  $OO'$  проводим перпендикулярные прямые  $ab$  и  $vg$ . На линии  $vg$  откладываем влево от точки А отрезок, равный  $0,2(D-d)$ , находим точку  $I'$  и соединяем ее прямой с точкой Б. В нашем примере данный отрезок равен  $0,2(560-460) = 20$  мм. Эта величина является поправкой на точность разметки по данному способу.

Из точек 1 и  $I'$  проводим линии, перпендикулярные к отрезку  $1-I'$ , и от них откладываем отрезки:  $2-1$ , равный  $\frac{3,14d}{8}$ , и  $2'-1'$ , равный  $\frac{3,14D}{8}$ , т. е.  $\frac{1}{8}$  часть развертки. Полученные точки 2 и  $2'$  соединяем прямой  $2-2'$ . Из точек 2 и  $2'$  к прямой  $2-2'$  восстанавливаем перпендикуляры и откладываем влево отрезки  $2-3$  и  $2'-3'$ , равные  $\frac{1}{8}$  части разверток. Подобным образом находим точки 4 и  $4'$ ; 5 и  $5'$ . Соединив их между собой, получим контур левой половины развертки перехода.



Правую часть развертки получим путем переноса точек,  $1, 2, 3, 4, 5$  и  $1', 2', 3', 4', 5'$  на правую сторону симметрично оси  $OO'$ . Так, для перенесения точки симметрично оси  $OO'$  на правую сторону раствором циркуля  $R$ , равным отрезку  $1-5$ , проводим на правой стороне листа дугу с радиусом  $R_1$ , с центром в точке  $1$ . Таким же образом проводим дугу радиусом  $R_2$ , равным отрезку  $A-5$ . Точка пересечения этих двух дуг  $5_1$  будет симметрична точке  $5$ . Подобным же образом переносятся точка  $5_2$ , симметричная точке  $5'$ , и все остальные точки. Соединив их, получаем контур правой части развертки.

Перенести контур левой части развертки на правую можно также путем перегибания картонного шаблона, снятого с левой части развертки. При построении развертки переходов необходимо учитывать толщину его стенок. Так как обычно задаются наружные диаметры нижнего и верхнего оснований, а при построении необходимо применять средние диаметры, то их величину определяют вычислением из наружных диаметров толщины листа, т. е.

$$D = D_n - t;$$

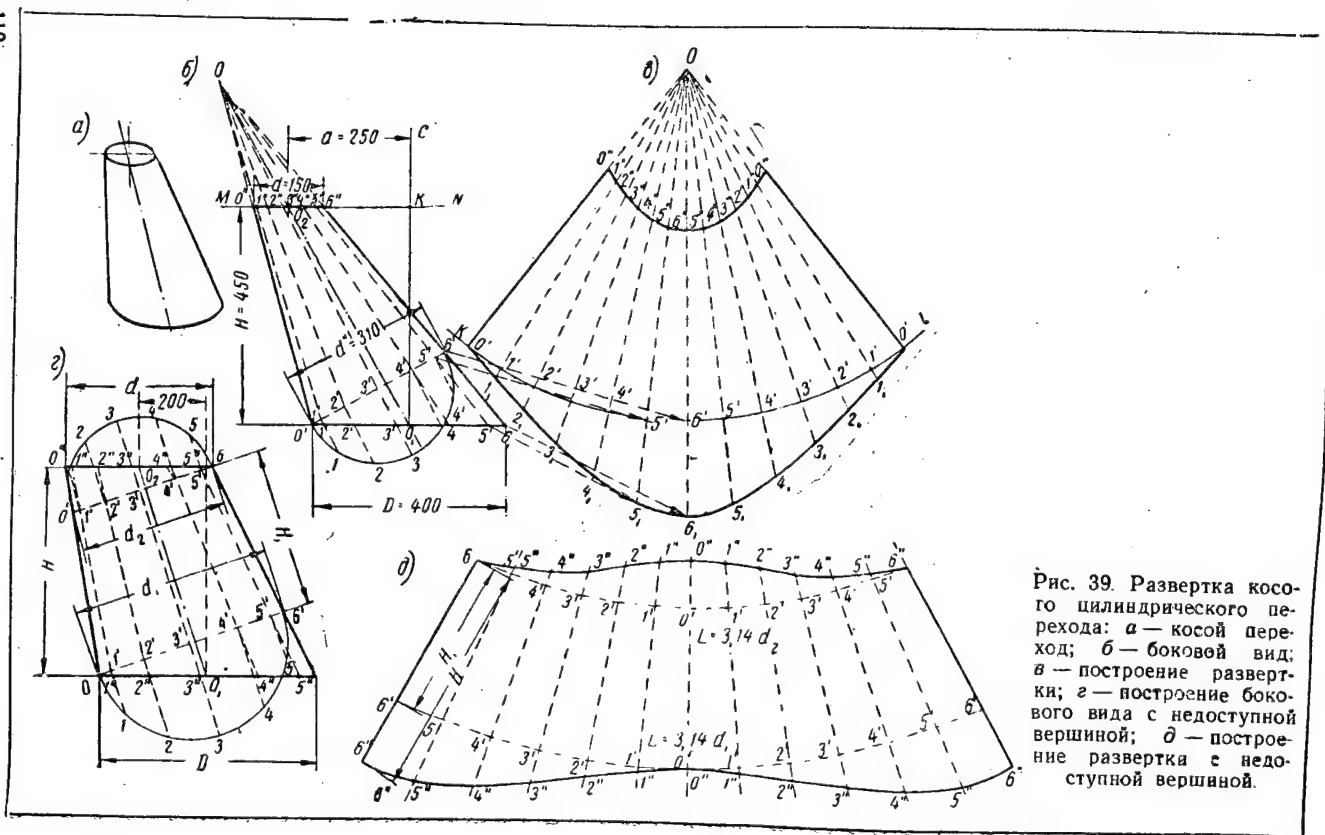
$$d = d_n - t.$$

**Развертка косого перехода круглого сечения с доступной вершиной.** Косым переходом называется такой, у которого центры нижнего и верхнего оснований не лежат на одной оси (рис. 39, а). Расстояние между осями оснований косого перехода называется смещением. Для построения развертки косого перехода необходимо иметь следующие данные: диаметр нижнего основания —  $D$ ; диаметр верхнего основания —  $d$ ; высоту перехода —  $H$ ; смещение осей —  $a$ .

Построение развертки косого перехода изображено на рис. 39, б и в.

Сначала строим боковой вид перехода (рис. 39, б). Для примера берем размеры:  $D = 400$  мм;  $d = 150$  мм;  $H = 450$  мм;  $a = 250$  мм. На прямой откладываем отрезок  $O'-6$ , равный диаметру нижнего основания — 400 мм, и на расстоянии от этого отрезка, равном высоте перехода 450 мм, проводим прямую  $MN$ , параллельную отрезку  $O-6'$ . Из середины нижнего основания точки  $O_1$  восстанавливаем перпендикуляр  $O_1-C$ , который пересечет прямую  $MN$  в точке  $K$ . От точки  $K$  откладываем на прямой  $MN$  отрезок  $K-O_2$ , равный смещению  $a = 250$  мм. Точка  $O_2$  будет центром верхнего основания. От точки  $O_2$  влево и вправо откладываем отрезки  $O_2-O''$  и  $O_2-6''$ , равные половине диаметра верхнего основания перехода  $\frac{d}{2} = \frac{150}{2} = 75$  мм. Соединяя точки  $O''$  с  $O'$  и  $6''$  с  $6$ , получаем боковой вид косого перехода, построенный по указанным выше данным.

Продолжив боковые грани перехода  $O'-O''$  и  $6'-6''$ , найдем точку их пересечения  $O$ , т. е. вершину конуса. Из точки  $O$



раствором циркуля, равным отрезку  $O-O'$ , делаем засечку на образующей  $O-6$ , и находим точку  $6'$ . Соединяя точку  $O'$  и  $6'$  прямой, получаем правильный конус  $O-O'-6'$ . Измерив диаметр этого конуса  $O'-6'$ , находим его равным  $d' = 310$  мм. На этом диаметре находим его середину — точку  $3'$  и строим полуокружность, которую циркулем делим на 6 равных частей. Из точек деления полуокружности 1, 2, 3, 4 и 5 опускаем перпендикуляры на диаметр  $O'-6'$ , которые пересекут его в точках  $1', 2', 3', 4'$  и  $5'$ . Соединяем точки  $1', 2', 3', 4'$  и  $5'$  с вершиной  $O$ . Полученные лучи продолжаем до пересечения с диаметром  $O'-6_1$  в точках  $1_1, 2_1, 3_1, 4_1$  и  $5_1$ .

Для построения развертки перехода (рис. 39, в) из вершины развертки  $O$  раствором циркуля, равным образующей правильного конуса  $O-O'_1$ , перенесенной с бокового вида, описываем дугу  $k-l$ . На дуге  $k-l$  откладываем длину развертки нижнего основания правильного конуса, равную  $3,14d' = 973,4$  мм, или, что то же, 22 отрезка по  $\frac{1}{7}d''$  (в данном случае  $\frac{1}{7}d'' = \frac{310}{7} = 44,3$  мм).

Длина этой дуги будет ограничена точками  $O'-O'$ . Делим эту дугу на 12 равных частей и получаем точки  $1', 2', 3', 4', 5', 6', 5', 4', 3', 2', 1'$ , которые соединяем лучами с вершиной развертки  $O$ .

Для определения точек, лежащих на грани нижнего основания косоугольного перехода, продолжаем полученные лучи вниз и откладываем на них отрезки  $1'-1_1, 2'-2_1, 3'-3_1, 4'-4_1, 5'-5_1$  и  $6'-6_1$ , перенесенные с бокового вида косоугольного перехода (рис. 39, б).

Соединяем точки  $O'-1_1-2_1-3_1-4_1-5_1-6_1-5_1-4_1-3_1-2_1-1_1-O'$  плавной кривой и получаем нижнюю кривую развертки перехода.

Для получения кривой развертки верхней грани косоугольного перехода из точек нижней кривой развертки  $O', 1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1, 5_1, 4_1, 3_1, 2_1, 1_1, O'$  откладываем вверх на соответствующих лучах отрезки  $O'-O'', 1'-1'', 2'-2'', 3'-3''$  и т. д., взятые с соответствующих лучей бокового вида. Полученные при этом по развертке точки  $O'', 1'', 2''$  и т. д. соединяем плавной кривой, которая будет являться верхней кривой развертки косоугольного перехода.

Фигура  $O'-O''-O''-O'$  является разверткой косоугольного перехода круглого сечения, построенного по заданным величинам  $D, d, H$  и  $a$ .

Развертка косоугольного перехода с недоступной вершиной (рис. 39, г и д) строится по тем же данным что и переход с доступной вершиной.

Боковой вид  $O-O''-6-6''$  (рис. 39, г) строится, как было указано ранее, для перехода с доступной вершиной. Затем из

точек  $6$  и  $O$  проводим прямые  $6-O'$  и  $O-6'$ , перпендикулярные к оси бокового вида  $O_1-O_2$ ; при этом получаем боковой вид правильного перехода (усеченного конуса)  $O-O'-6-6'$  с диаметрами  $d_1$  и  $d_2$  и высотой  $H_1$ . На диаметрах  $O-6'$  и  $O'-6$  строим полуокружности, которые делим на 6 равных частей в точках  $1, 2, 3, 4, 5$ , из этих точек опускаем перпендикуляры на диаметры оснований  $O-6'$  и  $O'-6$ . Места пересечения их с перпендикулярами определяются точками  $1', 2', 3', 4', 5'$ . Полученные на диаметрах  $O-6'$  и  $O'-6$  точки соединяем прямыми, которые продолжаем до пересечения с основаниями косого перехода  $O-6''$  и  $O''-6$ .

На основании бокового вида правильного перехода  $O-O'-6-6'$  строим развертку бокового вида правильного перехода  $6'-6-6-6'$  так, как это указано на рис. 38. Дуги развертки верхнего и нижнего оснований делим на 12 равных частей в точках  $O', 1', 2', 3'$  и т. д. и проводим через них прямые, которые будут являться образующими перехода.

Для определения кривой развертки нижнего основания косого перехода из точек  $1', 2', 3', 4'$  и т. д. откладываем на образующих вниз перенесенные с бокового вида соответствующие отрезки  $1'-1'', 2'-2'', 3'-3''$ . Соединив полученные при этом точки  $6'', 5'', 4'', 3''$  и т. д. плавной кривой, вычерчиваем нижнюю кривую развертки.

Для определения кривой развертки верхнего основания косого перехода аналогично вышеуказанному откладываем вверх от точек  $1', 2', 3', 4'$  и т. д. соответствующие отрезки, перенесенные с верхней части бокового вида косого перехода, и находим верхние точки  $6'', 5'', 4'', 3''$  и т. д. Соединив их плавной кривой, получаем нижнюю кривую развертки.

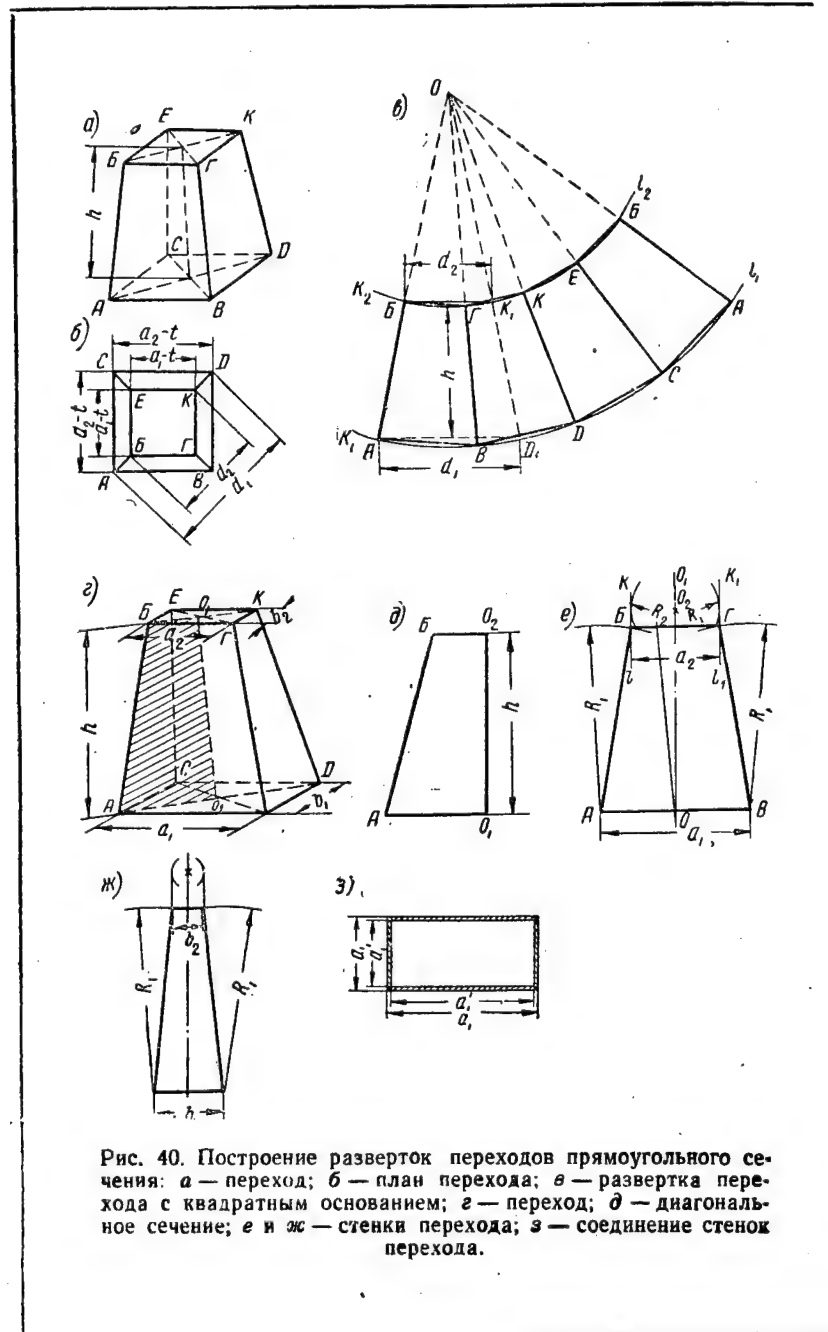
Фигура  $6''-6-O''-6''-O'-6''$  является разверткой косого перехода круглого сечения с недоступной вершиной (фиг. 39, д).

**Разметка переходов прямоугольного сечения.** Переходы с одного прямоугольного сечения на другое могут иметь основания квадратной формы (рис. 40, а) или прямоугольной (рис. 40, г).

Для построения разверток переходов прямоугольного сечения необходимо знать размеры сторон оснований  $a_1, b_1, a_2, b_2$ , а также высоту перехода  $h$ .

Для построения развертки перехода квадратного сечения (рис. 40, а) производится построение развертки конуса, у которого за диаметры оснований принимаются диагонали квадратов  $d_2$  и  $d_1$  (рис. 40, б).

Определение размеров диагоналей можно произвести двумя путями — графическим построением и вычислением по формуле. Для графического определения размеров вычерчивается план перехода, как показано на рис. 40, б, где квадраты  $ACDB$  и  $BEKG$  являются основаниями перехода. Размеры диагоналей  $d_1 = AD$  и  $d_2 = BK$  замеряются с построенного плана. Для



предупреждения ошибки, возникающей за счет влияния толщины стенок перехода при построении плана, необходимо размер основания уменьшить на величину толщины стенки.

Быстрее определить размеры диагоналей квадратов по формулам

$$d_1 = 1,41(a_1 - t);$$

$$d_2 = 1,41(a_2 - t),$$

где  $d_1$  и  $d_2$  — искомые диагонали квадратного основания переходов;

$a_1$  и  $a_2$  — стороны оснований;

$t$  — толщина стенок перехода.

Так, например, если сторона нижнего основания перехода  $a_1 = 200$  мм, а толщина стенки  $t = 2$  мм, то диагональ  $d_1 = 1,41(200 - 2) = 279$  мм. Зная размеры  $d_1$ ,  $d_2$  и  $h$ , строим боковой вид конуса  $ABK_1D_1$  (рис. 40, в). В точке пересечения продолжения образующих находим вершину развертки конуса  $O$ . Циркулем описываем дуги  $K_1 - l_1$  и  $K_2 - l_2$ . На дугах развертки откладываем все четыре стенки квадратного перехода. Фигура  $ABГКЕБАСДВА$  и является разверткой перехода.

В случае больших размеров перехода для экономии материала при раскрое листа каждая стенка перехода выкраивается отдельно.

При построении перехода с основаниями прямоугольной (неквадратной) формы каждую стенку вычерчивают отдельно в порядке, указанном на рис. 40, г, д, е и ж. Сначала определяют размеры диагоналей нижнего и верхнего оснований  $AD$  и  $БК$  (рис. 40, г). Для этого достаточно построить план перехода, как это делалось для квадратного перехода на рис. 40, б.

Для определения величины ребра перехода  $AB$  строим половину диагонального сечения перехода (условно заштрихованную на рис. 40, г), как это показано на рис. 40, д. При этом получаем трапецию  $ABO_2O_1$ , у которой  $AO_1 = \frac{AD}{2}$ ,  $BO_2 = \frac{БК}{2}$ , а  $O_1 - O_2 = h$ . Величину ребра  $AB$  определяем измерением полученной фигуры. Для вычерчивания стенки  $ABГВ$  производим построение, изображенное на рис. 40, е.

Откладываем отрезок  $AB$ , равный стороне  $a_1$  нижнего основания перехода, и через середину его восстанавливаем перпендикуляр  $O - O_1$ . Из точки  $O_2$ , произвольно расположенной на перпендикуляре  $O - O_1$ , циркулем описываем дуги с радиусом  $R_2$ , равным половине стороны  $a_2$  верхнего основания перехода, и проводим к этим дугам касательные  $Kl$  и  $K_1l_1$ , параллельные оси  $O_1 - O$ . Затем проводим дуги с радиусом  $R_1$ , равным  $AB$ , с центрами в точках  $A$  и  $B$ . Пересечения этих дуг с касательными в точках  $Г$  и  $В$  определяют фигуру  $ABГВ$ , являющуюся одной стенкой перехода. Вторая стенка перехода (рис. 40, ж) строится аналогично.

Так как в данном случае переход будет собираться из отдельных стенок под сварку (рис. 40, з), то при построении необходимо учитывать толщину стенок. Как видно из рисунка, размеры сторон оснований перед откладыванием их при построении стенок необходимо уменьшать на величину, равную  $2t$ , где  $t$  — толщина стенок.

**Разметка перехода с прямоугольного на круглое сечение.** Такая разметка (рис. 41, а) производится по размерам прямоугольного основания перехода  $A \times B$ , диаметру основания  $d$  и высоте  $h$ .

Построение перехода (рис. 41, в) выполняют как развертку усеченного конуса с нижним основанием, диаметр которого должен быть таким, чтобы длина окружности его была равна периметру заданного прямоугольного основания перехода.

Периметр прямоугольного основания перехода  $A + B + A + B = 2(A + B)$  приравняется окружности, равной  $3,14D$ , т. е.  $2(A + B) = 3,14D$ , откуда находим

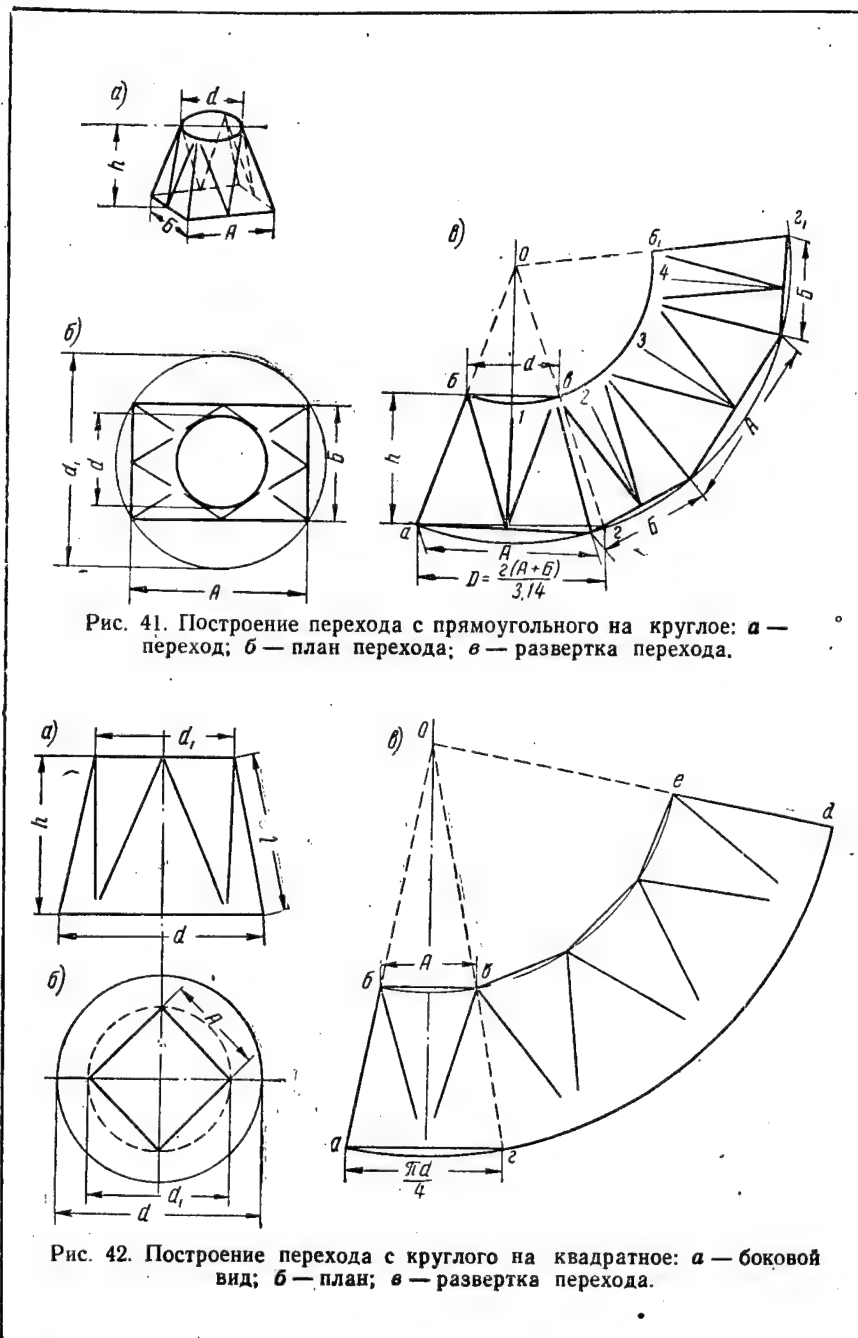
$$D = \frac{2(A + B)}{3,14} = 0,63(A + B).$$

Строим боковой вид усеченного конуса  $ab\bar{v}g$  с диаметрами  $d$  и  $D$  и высотой  $h$ , находим вершину развертки  $O$  и проводим через точки  $a$  и  $b$  дуги разверток нижнего и верхнего оснований конуса. На нижней дуге последовательно откладываем размеры сторон прямоугольного основания перехода  $A - B - A - B$ , как показано на рис. 41, в.

Для обеспечения плавности перехода при гибке на развертке наносят линии перегиба (рассечки) 1, 2, 3, 4. Эти линии направлены в точку  $O$  и имеют длину около  $\frac{2}{3}h$ . Дополнительные линии перегибов, расположенные по обе стороны от основных, определяются практически при гибке.

**Развертка перехода с круглого на квадратное сечение.** Этот вид развертки (рис. 42, а) производится по диаметру  $d$ , стороне квадратного основания  $A$  и высоте перехода  $h$ . Построение выполняют как развертку усеченного конуса. При этом за диаметр верхней вспомогательной окружности  $d_1$  принимают диагональ квадрата верхнего основания. Все необходимые для построения развертки размеры показаны на боковом виде и плане перехода (рис. 42, а и б).

Строим боковой вид с нижним основанием, равным четверти окружности нижнего основания перехода, т. е.  $\frac{3,14d}{4}$ , верхним основанием, равным стороне квадрата  $A$ , и высотой  $h$  (рис. 42, в). Продолжая стороны  $a - b$  и  $g - v$  до их пересечения, находим точку  $O$  — вершину радиусов развертки  $O - a$  и  $O - b$ . Радиусом  $O - a$  и  $O - b$  проводим дуги и откладываем на нижней дуге размер  $3,14d$ , а на верхней — четыре стороны  $A$ .





Фигура  $a-b-e-d$  является контуром развертки перехода. Линии перегибов на развертке размечаются как и в предыдущем переходе.

Разметка косого перехода с прямоугольного сечения на круглое. Данная разметка (рис. 43,  $a$  и  $b$ ) производится по размерам  $a$  и  $b$  нижнего основания прямоугольного сечения, диаметру

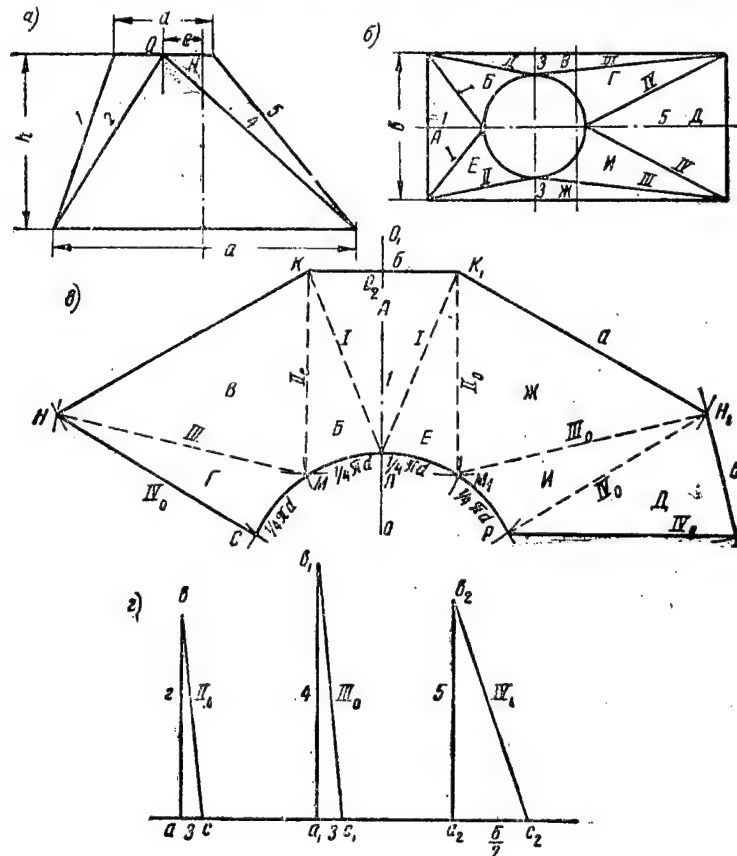


Рис. 43. Построение косого перехода:  $a$  — боковой вид;  $b$  — план;  $c$  — развертка перехода;  $d$  — определение натуральных величин ребер.

верхнего основания  $d$ , высоте перехода  $h$  и смещению центров верхнего и нижнего оснований  $e$ .

Для разметки косого перехода на отдельном листе по заданным размерам вычерчивается боковой вид и план перехода (рис. 43,  $a$  и  $b$ ). Чтобы построить боковой вид, откладывают трезок  $a$  и из его середины восстанавливают перпендикуляр, на котором откладывают высоту перехода  $h$ . Из верхней точки

перпендикуляра  $N$  проводят линию, параллельную основанию  $a$ , и от точки  $N$  по этой линии влево откладывают смещение  $e$ . Точка  $O$  будет являться центром верхнего основания перехода. По обе стороны от точки  $O$  откладывают отрезки  $\frac{d}{2}$  и проводят боковые грани 1 и 5. На боковом виде наносят ребра 2 и 4. План перехода (рис. 43, б) строят под боковым видом; при этом на него переносят центровые линии оснований и соответствующие линии оснований и перегибов.

Построение развертки перехода (рис. 43, в) производим в следующем порядке.

Проводим ось  $O-O_1$ . В верхней точке оси на расстоянии 10—15 мм от кромки размечаемого листа проводим перпендикулярную к оси линию, на которой по обе стороны от оси  $O-O_1$  откладываем отрезки, равные половине стороны основания  $\frac{b}{2}$ . При этом прямая ограничивается точками  $K-K_1$ .

Отрезок  $K-K_1$  равен стороне основания перехода  $b$ . Из точки  $O_2$  на оси откладываем вниз длину задней стенки перехода 1 и получаем точку  $L$ . Размер 1 переносим с бокового вида. Соединяя точки  $K$  и  $K_1$  с точкой  $L$  получаем стороны 1 треугольника, являющегося разверткой стенки  $A$  перехода.

Для построения примыкающих к стенке  $A$  стенок перехода  $B$  и  $E$  требуется определить местонахождение точки  $M$  и  $M_1$ . Точки  $M$  и  $M_1$  будут находиться от точки  $K$  (также и  $K_1$ ) на расстоянии, равном натуральной величине ребра 2, а от точки  $L$  — на расстоянии одной четвертой части дуги верхнего основания перехода, т. е.  $\frac{1}{4}\pi d$ .

Натуральную величину ребра 2 находят следующим способом. С бокового вида перехода (рис. 43, а) откладывают искаженную величину ребра — отрезок 2 (рис. 43, з). Перпендикулярно к этому отрезку из точки  $a$  откладывают отрезок  $a-c$ , равный линии 3, взятой из плана (рис. 43, б). Гипотенуза построенного таким образом прямоугольного треугольника  $II_0 = b-c$  будет являться натуральной величиной ребра 2. Раствором циркуля, равным  $II_0$  (рис. 43, в), описываем дуги с центрами в точках  $K$  и  $K_1$ , а раствором циркуля, равным  $\frac{1}{4}\pi d$ , описываем дуги с центром в точке  $L$ . Пересечение этих двух дуг определяет искомые точки  $M$  и  $M_1$ . Соединив эти точки с  $K$  и  $K_1$ , получают стенки  $B$  и  $E$ .

Стенки перехода  $B$  и  $Ж$  также строят путем засечек. Из точки  $K$  радиусом, равным длине стороны нижнего основания  $a$ , из точки  $MM_1$  радиусом, равным отрезку  $III_0$ , проводят засечки и находят точки  $H$  и  $H_1$ . Отрезок  $III_0$  является натуральной величиной на боковом виде грани 4. Графическое определение отрезка  $III_0$  производят построением треугольника  $a_1-b_1-c_1$

с катетами 4 и 3 (рис. 43, з). Соединив точки  $M$  и  $M_1$  с точками  $H$  и  $H_1$ , получаем развертку стенок  $B$  и  $Ж$ .

Стенки  $И$  и  $Г$  строят по засечкам из точек  $H$  и  $H_1$  радиусом, равным отрезку  $IV_0$ , и из точек  $M$  и  $M_1$  радиусом, равным  $\frac{1}{4}\pi d$ . Полученные точки  $С$  и  $Р$  соединяют с точками  $H$  и  $M$  и получают стенки  $Г$  и  $И$ . Предварительно определяют натуральную величину ребра  $IV$ .

Стенку  $Д$  строят аналогично стенке  $А$ : засечками циркуля из точки  $H_1$  радиусом, равным  $b$ , и из точки  $Р$  радиусом, равным линии  $IV_0$ . Точки  $С$ ,  $М$ ,  $Л$ ,  $M_1$ ,  $Р$  соединяют плавной кривой.

Для переходов больших размеров стенки могут вычерчиваться на отдельных листах.

При разметке переходов, являющихся „забойными“ трубами, необходимо увеличивать длину развертки, т. е. давать припуск 20 — 40 мм.

Чтобы избежать искажения размеров переходов с сечениями разной формы после их гибки, при толщине стенок переходов более 1 мм необходимо в процессе построения разверток заранее уменьшить диаметр круглого основания, а также стороны основания прямоугольного сечения на величину, равную толщине металла, из которого будут гнуть переход. Это значительно повысит точность разметки и уменьшит время на сборку перехода с фланцами.

**Разметка отводов (колен).** Отводами или коленами называют фасонные части трубопроводов, предназначенные для изменения направления воздухопроводов. Они бывают прямоугольного (рис. 44, а, в) и круглого (см. 45, а) сечения. Отводы прямоугольного сечения (рис. 44, а, в) изготавливаются из четырех частей — двух боковых стенок  $I$ , затылка  $II$  и шейки  $III$ .

Прямоугольный отвод правильной формы (рис. 44, а) определяется размерами поперечного сечения  $a$  и  $b$ , радиусом кривизны отвода  $R_{ср}$  и углом отвода. В нормальных отводах радиус кривизны ( $R_{ср}$ ) обычно принимают равным  $2b$ . При этом радиус кривизны до шейки, т. е. внутренний радиус колена, будет равен  $1,5b$ , а радиус кривизны до затылка, т. е. наружный ( $R_{нар}$ ), будет равен  $2,5b$ .

Наименьший средний радиус  $R_{ср}$ , допустимый при изготовлении отводов прямоугольного сечения, равен  $1,5b$ .

Для вычерчивания боковой стенки отвода (рис. 44, б) — детали  $I$  — проводят дуги радиусами  $R_{вн}$  и  $R_{нар}$  с центром в произвольной точке  $O$ . Дуги ограничиваются точками  $a$  и  $б$  (з и в), которые получают при откладывании на дугах угла отвода  $\alpha$ . Затылок колена детали  $II$  является полосой шириной  $a$  и длиной, равной дуге радиусом  $R_{нар}$  и углом  $\alpha$ . Длина полос легко определяется следующим образом. Длина полной окружности радиуса  $R_{нар}$  (при  $\alpha = 360^\circ$ ) равна  $2\pi R_{нар} = 2 \times 3,14 \times R_{нар}$ .

Следовательно, длина дуги, соответствующая углу в  $1^\circ$ , будет равна

$$\frac{2 \times 3,14 \times R_{\text{нар}}}{360} = 0,0174 R_{\text{нар}}.$$

Длина затылка колена с углом  $\alpha$  будет равна  $0,0174 R_{\text{нар}} \cdot \alpha$ .  
Аналогично, длина шейки колена детали III будет равна  $0,0174 R_{\text{вн}} \cdot \alpha$ .

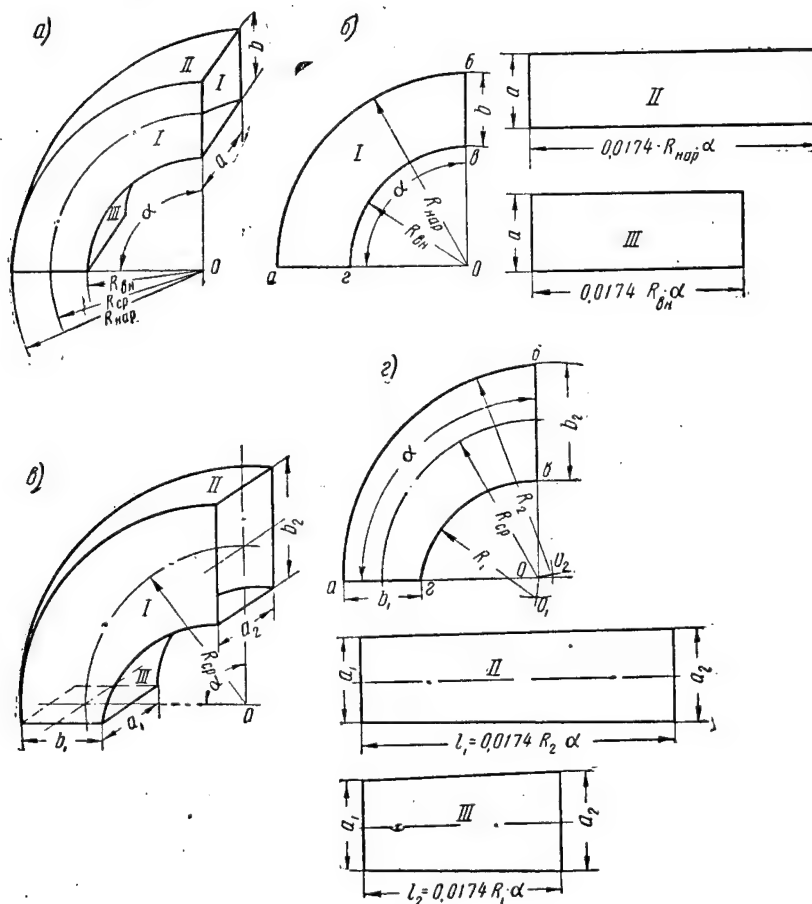


Рис. 44. Разметка отводов прямоугольного сечения: а — общий вид; б — детали отвода; в — общий вид косого отвода; г — детали косого отвода.

В чертежах обычно дается радиус отвода  $R_{\text{сп}}$  и размеры сечения  $a \times b$ .

По этим данным длину разверток затылка и шейки можно определить по следующим формулам.

Длина затылка равна  $0,0174 \left( R_{\text{ср}} + \frac{b}{2} \right) \cdot \alpha$ .

Длина шейки равна  $0,0174 \left( R_{\text{ср}} - \frac{b}{2} \right) \cdot \alpha$ .

Косой отвод прямоугольного сечения (рис. 44, в) в отличие от правильного отвода меняет свое сечение от  $a_1 \times b_1$  до  $a_2 \times b_2$  и одновременно является переходом.

Основными размерами конусного отвода прямоугольного сечения являются: ширина затылка и шейки внизу и вверху отвода —  $a_1$  и  $a_2$ ; ширина боковой стенки внизу и вверху отвода —  $b_1$  и  $b_2$ ; радиус отвода —  $R_{\text{ср}}$ ; угол отвода —  $\alpha$ .

Построение детали конусного отвода (рис. 44, г) производят следующим образом. Для построения боковой стенки детали I из центра угла  $O$  радиусом, равным  $R_{\text{ср}}$ , проводят дугу — осевую линию отвода с углом, равным  $\alpha$ . На сторонах угла в обе стороны от осевой линии откладывают размеры  $\frac{b_1}{2}$  и  $\frac{b_2}{2}$  и получают точки  $a$ ,  $г$ ,  $в$  и  $б$ . Внутреннюю дугу проводят из центра  $O_1$  радиусом  $R_1$ . Для определения центра  $O_1$  из точки  $г$  при помощи циркуля радиусом, равным отрезку  $г—O$ , делают засечку, а из точки  $в$  тем же радиусом — вторую засечку. Точка пересечения этих засечек будет центром  $O_1$ . Наружную дугу описывают из центра в точке  $O_2$ . Для определения точки  $O_2$  из точки  $б$  радиусом, равным отрезку  $б—O$ , делают первую засечку, а из точки  $а$  тем же радиусом — вторую засечку. Длину затылка  $l_1$  и шейки  $l_2$  (рис. 44, г, детали II и III) определяют измерением наружной и внутренней дуг бокового вида I или вычисляют по формулам:

длина затылка  $l_1 = 0,0174 R_2 \alpha$ ;

длина шейки  $l_2 = 0,0174 R_1 \alpha$ .

Размеры  $R_1$  и  $R_2$  измеряют по боковому виду отвода.

Колено круглого сечения (рис. 45, а) определяют следующими основными размерами: диаметром отвода —  $d$ ; радиусом кривизны —  $R_{\text{ср}}$ ; углом отвода —  $\alpha$ .

Круглые колена изготавливаются из отдельных секторов, свариваемых между собой. Наружная грань звена  $а$  называется затылком звена, а внутренняя грань звена  $в$  называется шейкой звена.

Величина сопротивления прохождению воздуха по такому колену, создаваемого отводом, зависит от плавности закругления отвода, что определяется величиной радиуса кривизны и числом звеньев колена. Нормально радиус кривизны  $R_{\text{ср}}$  принимают равным  $2d$ , а число звеньев — 5—8 в зависимости от диаметра отвода. Отводы с радиусом кривизны, меньшим  $2d$ , применяют только при недостатке места; в этом случае, если нет специальных указаний на чертежах,  $R_{\text{ср}}$  приходится определять по месту.

**Развертка круглого колена.** Для того чтобы раскрыть колено, сначала строят его угол. Для этого из любой точки  $A$  (рис. 45, б) проводят две линии, пересекающиеся под тем углом, который должно иметь колено. Чаще всего угол бывает прямой ( $90^\circ$ ). Радиусом закругления колена, указанным в чертеже (а если таких указаний нет, то радиусом, равным двум диаметрам сечения колена), из вершины построенного угла описывают дугу

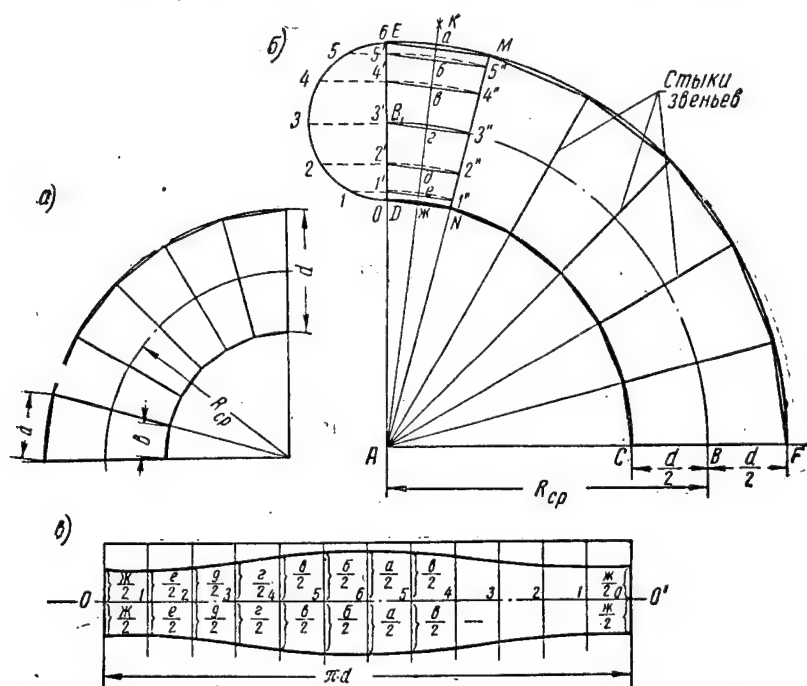


Рис. 45. Разметка отводов круглого сечения: а — общий вид отвода; б — построение бокового вида; в — развертка сектора.

$B-B_1$ ; она и будет осью колена. Отложив от точки  $B_1$  вправо и влево от одной из сторон угла по половине диаметра колена и проводя через полученные точки  $C$  и  $F$  радиусами  $AC$  и  $AF$  дуги до пересечения их со второй стороной угла в точках  $D$  и  $E$ , получим проекцию колена.

Колено делится по оси  $BB_1$  на число секторов, указанное в чертеже. Если таких указаний в чертеже нет, то число секторов устанавливается самостоятельно. Чем больше секторов, тем плавнее осуществляется переход.

Стыки секторов образуются прямыми, проведенными через точки деления оси  $BB_1$  и вершину угла  $A$ . У края колена из точки  $B$  (пересечения оси колена со стороной основного угла)

описывают полуокружность радиусом сечения колена, равным  $\frac{d}{2}$ , и делят ее на 6 равных частей.

Сносим точки деления полуокружности на ее диаметр. Для этого, приложив линейку к диаметру, опускаем на него перпендикуляры из точек деления при помощи угольника, передвигая его вдоль линейки. Получаем на диаметре  $DE$  точки  $1', 2', 3', 4'$  и  $5'$ . Из точки  $A$  как из центра проводим дуги через точки  $1', 2', 3', 4'$  и  $5'$  до пересечения со стороной сектора  $MN$  в точках  $1'', 2'', 3'', 4''$  и  $5''$ .

Соединив точки  $1'$  с  $1''$ ,  $2'$  с  $2''$  и т. д., а также точки  $E$  с  $M$  и  $D$  с  $N$ , получаем отрезки  $a, б, в, г, д, е$  и  $ж$ . Из точки  $A$  проводим прямую  $AK$ , делящую угол  $EAM$ , а следовательно, и отрезки  $a, б, в, г, д, е$  и  $ж$  пополам.

На стальном листе, из которого выкраивают колено, проводим прямую линию  $O-O'$  (рис. 45, в), равную длине окружности сечения колена  $\pi d$ , и делим ее на 12 равных частей. Через точки деления при помощи линейки и угольника проводим к прямой  $O-O'$  перпендикуляры; на них вверх и вниз от прямой откладываем циркулем размеры отрезков  $\frac{a}{2}, \frac{б}{2}, \frac{в}{2}, \frac{г}{2}, \frac{д}{2}, \frac{е}{2}$  и  $\frac{ж}{2}$ , снятые с крайнего сектора колена.

Соединив полученные точки при помощи пружинного лекала плавной кривой (рис. 45, в), получаем развертку сектора. Эту выкройку вырезаем и, пользуясь ею как шаблоном, вырезаем остальные секторы колена.

Крайние секторы берутся равными половине средних секторов и имеют односторонний раскрой.

Кроме указанного, существует ряд приближенных методов раскроя круглого колена.

Конусные колена круглого сечения в отличие от обычных круглых колен меняют свое сечение с диаметра  $D$  до диаметра  $d$ .

Развертка конусного перехода круглого сечения (рис. 46, а) производится в следующем порядке. Из вершины  $A$  прямого угла  $CAB$  проводится дуга  $FH$  оси колена. На сторонах угла — по обе стороны от оси — откладывают половину диаметра колена —  $HC, HE, FD$  и  $FB$  (на одной стороне угла больший диаметр, на другой — меньший).

Затем, отложив отрезки  $AO_1$  и  $AO_2$ , равные  $\frac{d}{2}$ , на прямой  $AC$  из точек  $O_1$  и  $O_2$  проводят наружную и внутреннюю дуги колена. Колено после этого делится по оси  $FH$  на секторы. Обычно их бывает 6. Развертка для каждого сектора строится отдельно по правилу развертки усеченного конуса; при этом кривизной его образующей пренебрегают. На рис. 46, б линии  $Sб$  и  $DB$  приняты прямыми. Дуга  $D'B'D''$  делится на 12 равных

частей, каждая из которых равна  $\frac{1}{6} DB$ . Точки 1, 2, 3 ... соединяются с точкой O, а затем на полученных прямых откла-

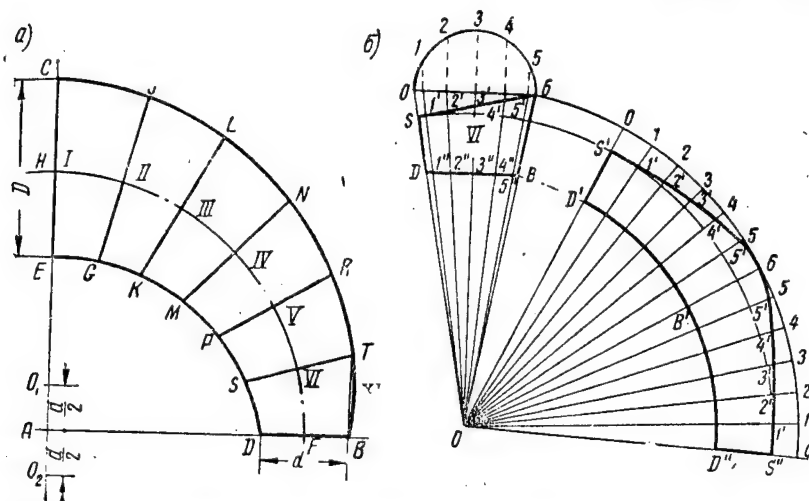


Рис. 46. Разметка конусного колена: а — боковой вид; б — построение развертки сектора.

дывают, начиная от O до 6, все отрезки 1'—1'', 2'—2'' и т. д. Соединив полученные точки лекалом, получают развертку колена.

#### § 27. РАЗМЕТКА ДЕТАЛЕЙ ТРУБ ПО ЗАМЕРАМ С МЕСТА, МАКЕТАМ И ЭТАЛОННЫМ ТРУБАМ

При постройке мелких серий судов единственным документом на производство работ по вентиляции является монтажная схема. В этом случае изготовление простых труб для первого судна производится по замерам с места, а сложных труб — по шаблонам и макетам.

Трубы, выполненные по замерам и шаблонам на первом судне, могут служить эталонами для изготовления труб на последующих судах.

«Забойные» трубы изготавливаются по шаблонам или макетам, а иногда просто по снятым с места замерам.

Разметка деталей труб по эталонным трубам производится: для простых труб — построением контуров деталей по замерам с эталонных труб, а для труб сложной конфигурации — путем нанесения контуров по шаблонам, снятым с эталонов.

Материалом для разметочных шаблонов служат: фанера, картон, толь или плотная бумага. Для прямоугольных труб с изгибом оси в двух плоскостях конфигурацию каждой стенки определяют наложением на нее листа картона и вычерчиванием контура



карандашом. Вырезанный контур будет являться разметочным шаблоном стенки.

Так, например, разметка деталей по эталонной трубе (рис. 47, а) производится по шаблонам, снятым со стенок трубы. Для стенки I шаблоном является картонная выкройка  $e-c-e-g$ , полученная в результате плотного поджатия к стенке трубы I и вычерчивания ее конфигурации. Для стенки II шаблоном является фигура  $a-b-g-e$ . Подобным же образом снимаются шаблоны со стенок трубы III и IV.

Разметка деталей трубы производится вычерчиванием деталей по этим шаблонам.

Шаблоны «забойных» труб должны иметь больший припуск по длине, чем остальные трубы.

После сборки и сварки труб, изготовленных по эталонным трубам, установка фланцев производится тоже по этим эталонам.

Получение шаблонов с эталонных труб круглого сечения производится обвертыванием отдельных участков труб картоном, а секторы колен вычерчиваются, как было указано в § 26.

Детали труб по макетам размечают подобно тому, как это делается по эталонным трубам. Макеты труб выполняются в виде плоских, полуобъемных или объемных каркасов из фанеры толщиной от 4 до 6 мм с наделками (фланцами) на концах.

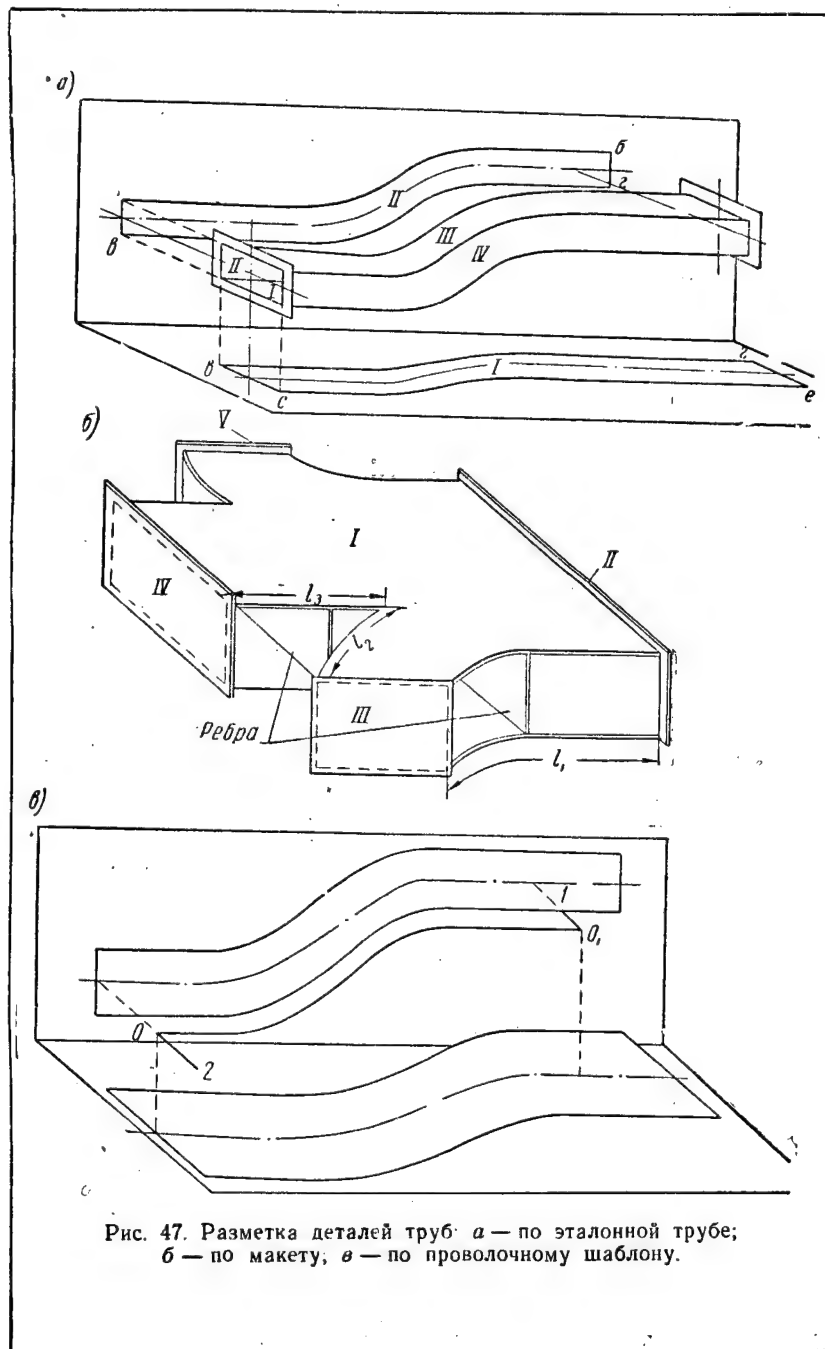
На рис. 47, б изображен полуобъемный макет вентиляционного развода. Его нижняя и верхняя стенки I изготовлены из фанеры. К отросткам развода прибиты фанерные наделки II, III, IV, V, имеющие размеры фланцев. Для прочности макет имеет ребра. В боковых стенках макет не нуждается.

Для снятия разметочного шаблона с боковой стенки макета кусок картона прижимается к ней на участке длиной  $l_1$  и таким образом точно снимается длина стенки. Разметочный шаблон для других стенок будет иметь длину  $l_2 + l_3$  с линией перегиба, которая наносится на шаблон по макету. Отдельные разметочные шаблоны маркируются.

По проволочным шаблонам размечаются несложные «забойные» трубы.

Проволочным шаблоном может служить отрезок проволоки диаметром от 4 до 6 мм, изогнутый так же, как ось трубы. При разметке «забойной» трубы по проволочному шаблону последний принимается за ось трубы. Если труба изогнута в одной плоскости, то для построения развертки достаточно вычертить одну проекцию. При этом осью проекции плоской стенки трубы будет являться проволочный шаблон. Контур этой стенки определится, если по обе стороны от оси трубы на перпендикулярных к ней отрезках откладывать отрезки, равные половине ширины стенки, и полученные при этом точки соединить плавной кривой.

Ширина смежных стенок вычерчивается по размеру сечения трубы, заданному в монтажной схеме или чертеже, а длина сни-



мается с развертки стенки, вычерченной по проволочному шаблону.

Если труба изогнута в двух плоскостях, то для построения разверток стенок необходимо построить две проекции оси (рис. 47, в).

#### § 28. ЗАГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ И СБОРКА ТРУБ ПОД СВАРКУ

Заготовка различных деталей трубопроводов заключается в их вырезке и гибке в соответствии с заданным сечением и конфигурацией трубопровода.

Раскроенные детали труб вырезаются по разметке: прямые участки — на гильотинных ножницах, кривые — на дисковых, вибрационных или рычажных. Резка должна производиться на исправном оборудовании, состояние которого необходимо проверять на пробных резках.

При резке листов на гильотинных ножницах надо тщательно совмещать световую указательную линию станка с разметочной линией на разрезаемом листе. В случае криволинейной резки лист надо держать так, чтобы линия разреза все время оставалась видимой. Это поможет обеспечить необходимую точность резки.

Для получения деталей необходимой точности при резке на гильотинных ножницах листовой стали толщиной от 1 до 3 мм отступление линии разреза от линии разметки не должно превышать:

От прямолинейности разреза . . . . до 0,5 мм на 1 пог. м

От разметочной риски . . . . .  $\pm 1$  мм

При резке на роликовых или вибрационных ножницах линия резки должна быть плавной; допускаются только местные «выхваты» до 2 мм на длине не свыше 20 мм.

Кромки деталей, которые впоследствии будут свариваться, необходимо зачищать от окалины, ржавчины и загрязнений на ширину 8—10 мм посредством пневматической наждачной машинки или металлической щетки.

Прямолинейные трубы круглого сечения, цилиндрические переходы и звенья колен гнутся из заготовок на гибочных трехвалковых вальцах. При гибке цилиндрических переходов верхний валок гибочных вальцов при помощи специального приспособления приподнимается на необходимую высоту.

Качество гибки труб круглого сечения проверяется при помощи надевания фланца на конец трубы.

Зазор между стенкой трубы и фланцем должен быть не более 1 мм.

Отклонение прямых труб от прямолинейности не должно превышать 3 мм на 1 пог. м.

Секторы круглых колен при толщине стенки до 1,5 мм можно успешно гнуть деревянной киянкой на круглой оправке.

Гибка заготовок для прямых труб и переходов прямоугольного сечения производится на кромкогибочном станке. На нем же можно гнуть переходы с круглого на прямоугольное сечение. Углы в районе круглого сечения разглаживаются на конусной оправке.

Размеры закруглений в местах изгиба стенки трубы прямоугольного сечения должны быть в пределах полторы толщины от стенки. При меньших радиусах закругления наружные волокна металла сильно растягиваются и разрываются, образуются трещины. Гнуть трубы с радиусами загиба более 2 мм нежелательно, так как это будет увеличивать зазор в месте приварки фланцев к трубе.

Наружные размеры согнутой заготовки трубы прямоугольного сечения должны быть в пределах допусков, указанных в табл. 14.

Таблица 14

Наружные размеры заготовки трубы прямоугольного сечения, мм

Размеры трубы	Допуск на размеры
50—180	$\pm 1,0$
180—500	$\pm 1,5$
500—800	$\pm 2,0$

Процесс сборки труб воздухопроводов заключается в подготовке стыков деталей труб под сварку; подготовленные под сварку стыки закрепляются электроприхватками.

Подгонка деталей должна обеспечить их сборку без натягов по сечениям и по длине труб. Это позволяет избежать возникновения дополнительных напряжений при сварке. Удаление технологических припусков деталей труб в процессе сборки производится на вибрационных, дисковых, рычажных или ручных ножницах с последующей зачисткой кромок под сварку.

При сборке деталей труб под сварку встык нужно добиваться, чтобы стыкуемые кромки находились в одной плоскости, не выступая одна над другой. Зазор между стыкуемыми кромками должен быть минимальным, но не более 1 мм. При сборке труб сложной конфигурации они собираются из отдельных частей, при этом сборка производится после их сварки и правки. Так, труба, изображенная на рис. 48, а, изготавливается из двух частей I и II. При этом прямолинейная часть I гнется из целой заготовки и сваривается угловым швом, как это указано на узле Б. Вторая часть II собрана из двух фигурных и трех боковых стенок. Одна

из них — средняя — имеет острый перегиб. Все эти стенки свариваются угловыми швами. Обе части трубы I и II соединяются посредством стыкового шва (узел В). При их сборке необходимо, чтобы стыкуемые кромки находились в одной плоскости.

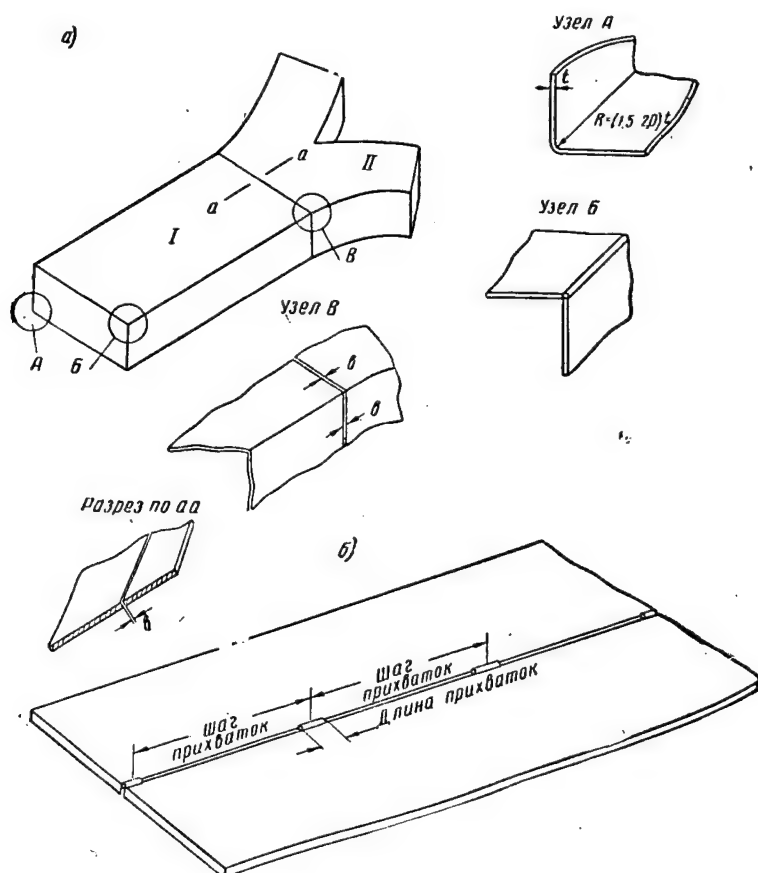


Рис. 48. Сборка трубы: а — труба; б — расположение электроприхваток.

Для уменьшения коробления (деформаций) труб после сварки зазоры под сварку (величина  $\delta$  на рис. 48, а), длину и шаг прихваток (рис. 48, б) рекомендуется выдерживать:

- а) при электродуговой сварке — по табл. 15;
- б) при газовой сварке стальных труб — по табл. 16;
- в) при газовой сварке труб из алюминиевых сплавов — по табл. 17.

Таблица 15

Величины зазоров, шаг и длина прихваток при электродуговой сварке  
стальных труб, мм

Толщина материала	Зазор под сварку	Длина прихваток	Шаг прихваток
0,5—0,75	0—0,3	3—5	40— 50
1,0—1,5	0—0,3	3—5	50— 70
2,0—2,5	0—1,0	3—5	80—100

Таблица 16

Величины зазоров, шаг и длина прихваток при газовой сварке  
стальных труб, мм

Толщина материала	Зазор под сварку	Длина прихваток	Шаг прихваток
0,5—1,0	0—0,1	3—5	40—50
1,0—1,5	0—1,0	3—5	40—50

Таблица 17

Величины зазоров, шаг и длина прихваток при газовой сварке труб  
из алюминиевых сплавов, мм

Толщина материала	Зазор под сварку	Длина прихваток	Шаг прихваток
1,0—1,5	0—0,5	3—5	40—50
1,5—2,0	0—0,5	3—5	40—50
2,0—3,0	0—1,0	3—5	70—80

Перед сваркой труб, изготовленных из алюминиевых сплавов и из холоднокатанных стальных листов, кромки свариваемых деталей протираются ветошью, смоченной в скипидаре, ацетоне, уайт-спирите, или же смываются специальным составом «СД» и после этого протираются сухой ветошью.

При сварке труб из алюминиевых сплавов зона разогрева кромок деталей в процессе сварки шире, чем при электродуговой сварке стали, а поэтому для избежания трещин в сварном шве и в околошовной зоне детали не должны жестко закрепляться и загружаться балластом. Детали свариваются в свободном состоянии. До остывания ниже 200°C нельзя сильно стучать по ним и деформировать их.

Сварные швы на трубах из алюминиевых сплавов сразу же после газовой сварки промывают с обеих сторон в теплой воде, применяя при этом волосяные щетки, с помощью которых удаляют следы флюса, оставшегося на поверхности швов. При плохой промывке сохранившиеся на швах частицы флюса будут вызывать сильное коррозирование и разрушение стенок труб.

#### § 29. СВАРКА ТРУБ ВЕНТИЛЯЦИИ

Сварка является основной технологической операцией, обеспечивающей неразъемное соединение деталей труб. Как уже указывалось выше, при изготовлении труб и вентиляционной арматуры широко применяется электродуговая, газовая и контактная электрическая сварка.

**Электродуговая сварка.** При электродуговой сварке горение электрической дуги происходит за счет энергии электрического тока, подводимого к электродам по проводам.

При ручной сварке электрод закрепляется в электрододержателе.

Питание сварочной дуги осуществляется постоянным или переменным током от сварочного генератора или трансформатора.

На вентиляционном участке основным видом электродуговой сварки является сварка металлическими электродами; угольные электроды применяются в небольших размерах.

При подготовке деталей под сварку кромки свариваемых деталей необходимо зачистить от ржавчины и других загрязнений до металлического блеска, выдержать необходимые зазоры между деталями. Это обеспечивает высокое качество сварки, уменьшает коробление деталей после сварки и снижает затраты времени на последующую правку изделий.

Электродуговой сваркой свариваются вентиляционные трубы толщиной от 0,5 мм и выше.

**Газовая сварка.** Для сварки узлов и изделий из тонколистовой стали и цветных металлов применяется газовая сварка; посредством ее соединяются изделия толщиной от 0,5 до 1,5 мм (трубы вентиляции, арматура и другие).

Сущность процесса газовой сварки заключается в расплавлении

нии соединяемых кромок свариваемых деталей с помощью газосварочной горелки. Источником тепла в данном случае служит пламя горящего газа (обычно ацетилена) в чистом кислороде. Ацетилен и кислород подводятся к горелке по гибким резиновым шлангам.

В газосварочной горелке ацетилен и кислород образуют горючую смесь, которая, выходя из наконечника горелки, сгорает голубоватым пламенем. Температура горения смеси достигает 2000°C. Газовая сварка производится с присадкой дополнительного металла, который, расплавляясь в пламени горелки, заполняет шов.

В качестве присадочного материала при сварке сталей применяется стальная малоуглеродистая проволока, для алюминия и дуралюмина — алюминиевая проволока и дуралюминовые прутки.

Недостатком газовой сварки является более широкая (чем при дуговой) зона разогрева металла вдоль шва, приводящая к значительным короблениям. Это вызывает дополнительные затраты времени на последующую правку металла.

При газовой сварке обычно применяются соединения: стыковые, угловые и внакрой.

Для получения сварных соединений высокого качества необходимо очистить кромки свариваемых деталей на участке шириной 30—40 мм вдоль шва от окалины, ржавчины, краски, жирных веществ и других загрязнений до металлического блеска. Очистка производится ручными и приводными металлическими щетками, наждачным кругом или напильником.

При сборке деталей под газовую сварку нужно добиваться, чтобы зазор между свариваемыми деталями был как можно меньше. Сборка деталей из листового материала толщиной от 0,5 до 1,5 мм производится прихватками длиной 3—10 мм на расстоянии между ними от 40 до 100 мм.

Сварка труб длиной не более 1 м производится «на проход» в последовательности от середины к концам, а большей длины — в обратноступенчатом порядке. Длина ступени в зависимости от толщины материала принимается равной 100—200 мм.

**Контактная точечная и шовная сварка.** Эффективным способом сварки труб вентиляции, деталей и узлов арматуры является контактная точечная и шовная (роликовая) сварка.

Контактная сварка обеспечивает получение прочных соединений при большой скорости их выполнения. Свариваемые изделия при этом значительно меньше коробятся, чем при дуговой и газовой сварке.

На рис. 49 показана принципиальная схема точечной сварки. Электроды вставлены в электрододержатели, зажатые в штангах. Верхняя штанга может подниматься и опускаться относительно неподвижной штанги посредством механизма сжатия. В процессе сварки детали сжимаются между электродами, затем прерыватель включает первичную обмотку сварочного трансфор-



матора, вследствие чего во вторичном витке трансформатора возникает электродвижущая сила. Так как вторичная цепь машины, состоящая из штанг, электрододержателей, электродов и деталей, в это время замкнута, то в данной цепи возникает сварочный ток.

Прохождение электрического тока между электродами и свариваемыми деталями вызывает в месте соприкосновения деталей между собой и с электродами выделение большого количества

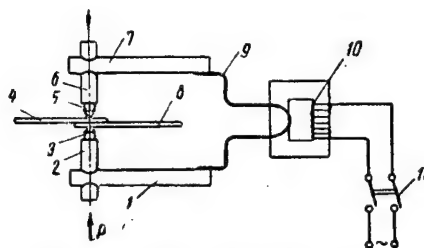


Рис. 49. Схема точечной сварки:  
1 и 7 — штанги; 2 и 6 — электрододержатели; 3 и 5 — электроды; 4 и 8 — детали; 9 — вторичный виток сварочного трансформатора; 10 — первичная обмотка трансформатора; 11 — прерыватель.

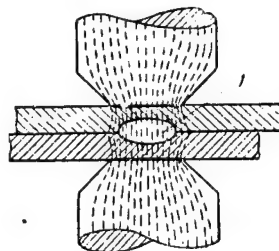


Рис. 50. Образование сварной точки:  
1 — расплавленное ядро.

теплоты. Происходит расплавление металла и сваривание под давлением. Наибольшее количество тепла выделяется в месте соприкосновения (т. е. контакта) свариваемых деталей. Поэтому и расплавление металла происходит в месте контакта свариваемых деталей под электродами.

Образование сварной точки показано на рис. 50, где пунктиром изображены линии прохождения электрического тока. Расплавленное ядро после выключения тока затвердевает, образуя сварное соединение в виде отдельной точки.

Процесс точечной сварки разделяется на три стадии, которые следуют одна за другой в одном и том же порядке: первая — сжатие свариваемых деталей между электродами; вторая — нагревание деталей проходящим через них электрическим током до расплавления; третья — охлаждение сварного соединения под давлением электродов. После охлаждения точки верхний электрод поднимается, давление с деталей снимается, свариваемые детали освобождаются.

Вмятины на поверхности свариваемых деталей или отпечатки электродов являются следствием действия давления электродов на металл в момент сварки.

Шовная контактная сварка принципиально аналогична точечной и отличается от нее непрерывностью сварного шва и устройством сварочной машины.

На рис. 51, а изображены рабочие элементы шовочной кон-

тактной машинки — ролики. Как видно из рисунка, свариваемые листы заводятся между вращающимися медными роликами. Вращение верхнего ролика через вал производится от специального электродвигателя. Нижний ролик свободно вращается на штанге. Верхняя штанга посредством специального устройства может подниматься относительно нижней; при работе она опускается вниз, что обеспечивает зажатие свариваемых деталей между вращающимися роликами. При этом благодаря трению свариваемые детали будут прокатываться между роликами.

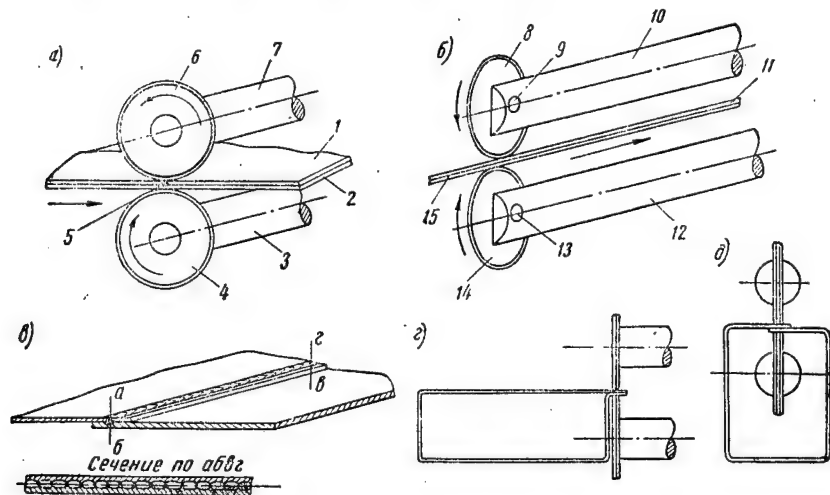


Рис. 51. Схема шовной сварки: а — поперечная сварка; б — продольная сварка; в — сварное соединение; г — расположение трубы при поперечной сварке; д — расположение трубы при продольной сварке.  
1 и 2, 11 и 15 — свариваемые листы; 3, 10 и 12 — штанги; 4, 6, 8 и 14 — медные ролики; 5 — точка соприкосновения листов в момент прохождения тока; 7 — вал; 9 и 13 — оси.

Электрическая шовная машинка устроена так, что через свариваемые детали между роликами пропускается пульсирующий электрический ток большой силы (от нескольких тысяч до сотен тысяч ампер). В момент прохождения тока металл в месте соприкосновения листов расплавляется, а после исчезновения тока быстро охлаждается, образуя сварную точку. В это время листы передвигаются под роликами, снова включается ток и происходит образование новой точки.

Скорость вращения роликов, включений и выключений тока рассчитана так, что соединенные точки перекрывают одна другую, как это показано на рис. 51, в, образуя сплошное сварное соединение.

В зависимости от расположения роликов по отношению к штангам различают шовные аппараты для поперечной и продольной сварки.

На рис. 51, *а* изображены ролики контактной машины для поперечной сварки. Движение свариваемых деталей направлено поперек осей штанг. Особенностью аппаратов для поперечной сварки является возможность сварки непрерывных швов неограниченной длины.

Перемещение свариваемых деталей на машинах продольной сварки иллюстрируется рис. 51, *б*. Ролики вращаются на осях и обеспечивают передвижение свариваемых деталей в направлении «вдоль» штанг. В данном случае длина свариваемых деталей ограничивается длиной штанг и обычно равняется двойному вылету машины.

Контактной шовной сваркой свариваются прямые участки труб прямоугольного и круглого сечений длиной до 1 м при продольной сварке (рис. 51, *д*) и неограниченной длины при поперечной сварке (рис. 51, *з*). При поперечной сварке кромки труб отбортовываются на ширине 10—12 мм.

В настоящее время широко применяется шовная сварка вентиляционных труб из малоуглеродистой стали толщиной до 2 мм и из алюминиевых сплавов — до 1,5 мм.

Современные контактные шовные машины позволяют сваривать листы большой толщины.

На шовной контактной машине МШП-150-3 (продольная) можно сваривать вентиляционные трубы с соединением «внахлестку» длиной до 1 м и размерами: для круглых труб — диаметром не менее 120 мм, а прямоугольных труб — сечением не менее 105 × 120 мм (при расположении шва на меньшей стороне прямоугольника).

Трубы, имеющие отбортовку, свариваются с помощью шовных машин для поперечной сварки типа МШП-150-1.

Точечная сварка деталей из малоуглеродистой стали производится на контактных машинах МТП-200, МТП-150, МТП-75, МТПГ-75 и других.

Для получения качественных сварных соединений необходимо тщательно подбирать форму и размеры электродов, правильно готовить свариваемые детали под сварку и выдерживать необходимый режим ее.

Электроды обычно изготавливаются из катаной и твердотянутой меди марки М-1 или М-2. Для повышения стойкости электродов применяется сплав ЭВ (хромоцинковая бронза). Диаметр контактной поверхности электродов выбирается в зависимости от наименьшей толщины свариваемых деталей.

Толщина свариваемых деталей и расположение их поверхностей к оси электродов в процессе сварки влияют на форму контактной поверхности электродов, которая может быть плоской, закругленной или сферической. Электроды с разной формой контактной поверхности изображены на рис. 52.

Диаметр плоской контактной поверхности электродов при

сварке малоуглеродистой стали ориентировочно можно выбрать по табл. 18, в зависимости от толщины деталей.

Таблица 18

Диаметры контактной поверхности электродов при сварке малоуглеродистой стали, мм

Наименьшая толщина детали	Диаметр контактной поверхности	Наименьшая толщина детали	Диаметр контактной поверхности
1	5	3,0	10
1,5	6	4,0	11
2,0	8	5,0	12,5
2,5	9		

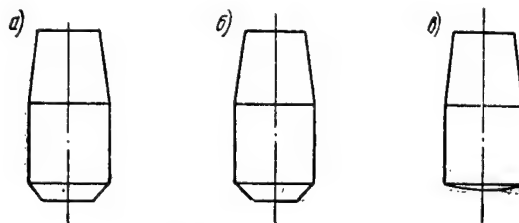


Рис. 52. Электроды для точечной сварки:  
а — с плоской контактной поверхностью;  
б — с закругленной контактной поверхностью; в — со сферической контактной поверхностью.

Закругленную форму контактной поверхности электродов обычно применяют при сварке на машинах с малым расстоянием от корпуса машины до электрода и с радиальным ходом, а также при фигурных электродах.

При сварке алюминиевых сплавов рекомендуется применение разных по форме электродов: одного со сферической, а другого с плоской контактной поверхностью.

Перед сваркой нужно очистить детали от окалины, ржавчины, краски, масла и других загрязнений. Очистку деталей необходимо производить с обеих сторон по ширине, равной не менее трех диаметров точки.

Очистка стальных деталей производится опескоструиванием с последующей обдувкой сжатым воздухом для удаления с поверхности оставшихся частиц песка. Для очистки деталей из малоуглеродистой стали хорошие результаты дает травление их в 10-процентной серной кислоте, нагретой до 50—60° С, с послед-

дующей нейтрализацией в растворе едкого натра, промывкой в воде и просушкой. Такое травление детали должно производиться не более чем за 5—6 час. до сварки.

Если почему-либо нельзя очистить детали указанными выше способами, можно применять очистку наждачными кругами или другим методом до металлического блеска.

Детали из алюминиевых сплавов в местах размещения сварных швов должны быть тщательно очищены от масла, краски, пыли и других загрязнений ветошью, смоченной в ацетоне, скипидаре, уайт-спирите или смывкой «СД»; затем их необходимо протереть сухой ветошью.

Необходимо следить за качественной очисткой, так как при сварке загрязненных деталей, во-первых, получают прожоги и непрочные точки, во-вторых, контактные поверхности электродов быстро загрязняются, требуют частой заточки, изнашиваются.

При сборке деталей под сварку необходимо добиваться их плотного прилегания друг к другу по всей длине свариваемых участков.

Величина сварной точки и ее прочность зависят прежде всего от силы сварочного тока, времени сварки и давления. Чем больше сила тока и чем продолжительнее время сварки, тем больше будет объем расплавленного металла, а следовательно, и величина точки. Поэтому, чтобы получить сварные соединения с определенным диаметром точки, необходимо соответственно регулировать ток и время сварки. При чрезмерно малом токе или коротком времени сварки образования сварной точки не происходит. Такое явление называется «н е п р о в а р о м». Наоборот, при чрезмерно сильном токе может произойти п р о ж о г или получатся большие вмятины под электродами.

Сила сварочного тока и время сварки подбираются в зависимости от толщины свариваемых деталей и свойств металла. Чем толще детали, тем большую силу тока и время нужно применять при сварке.

В современных точечных машинах сила тока регулируется посредством переключения ступеней трансформатора, а время сварки точно выдерживается при помощи электронных регуляторов времени.

Давление при сварке подбирается в зависимости от толщины свариваемых деталей и их механической жесткости. Чем толще свариваемые детали, тем выше давление. При большой жесткости соединяемых между собой деталей (например, двух угольников) часть силы давления электродов будет преодолеваться упругостью угольников, а потому давление должно быть увеличено.

При сварке больших партий деталей режим сварки точно отработывается и задается в технологическом процессе. В случае сварки одиночных изделий режим определяется по таблицам в

зависимости от свариваемых металлов, их толщины, формы и размеров:

Для получения качественных соединений, прежде чем приступить к сварке изделия, необходимо проверить заданный или выбранный режим сваркой образцов технологической пробы.

Образцы технологической пробы изготавливаются из того же материала и такого же сочетания толщины, как и свариваемые детали, в виде полосок размером 300 × 30 мм и свариваются на подобранном режиме. Ударом зубила образцы разрушаются. Если при этом обнаруживается, что разрыв металла произошел не по точке или она разорвалась при ударах большой силы, то точка считается прочной.

Контроль качества сварных точек осуществляется внешним осмотром и периодической проверкой прочности их на образцах технологической пробы.

При неправильном подборе режима и плохой подготовке под сварку могут образоваться следующие дефекты: «непровар», «выплески», трещины, чрезмерные вмятины, раковины и прожоги.

«Непровар» характеризуется отсутствием или небольшой величиной ядра точки и является следствием малой силы тока, времени сварки или чрезмерно большого давления. Такие точки быстро разрушаются.

«Выплески» бывают наружные и внутренние. Наружные характеризуются выбрасыванием частиц расплавленного металла между электродом и поверхностью листа. Вызываются они плохой очисткой деталей, загрязнением контактной поверхности электродов, перекосами деталей во время сварки. Этот вид дефектов портит внешний вид изделий. Внутренние выплески характеризуются выбрасыванием расплавленного металла из ядра точки и выражаются в большой вмятине от электродов, образовании раковин в ядре. Внутренние выплески являются следствием плохой очистки деталей, недостаточного давления или перегрева ядра точки.

Трещины получаются в результате плохой зачистки деталей или электродов, а также малого времени сварки при чрезмерно большой силе тока.

Появление чрезмерных вмятин на поверхности свариваемых деталей объясняется усиленным давлением, значительными выплесками или плохим охлаждением электродов.

Раковины внутри точек получаются как из-за недостаточного давления на электродах, так и при больших выплесках.

Прожоги характерны образованием отверстий в месте сварки. Причины их: загрязнение деталей или электродов; недостаточное давление; включение сварочного тока при отсутствии давления. Последнее бывает при неисправной работе машины.

Обозначения сварных швов электродуговой и контактной сварки даны в табл. 19 и 20.

Таблица 19

## Условные обозначения швов, выполненных электродуговой сваркой

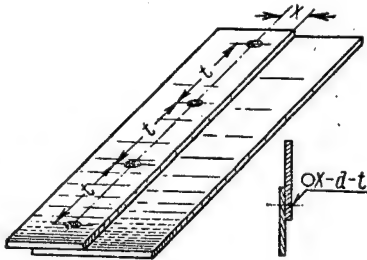
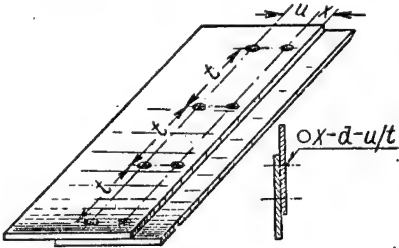
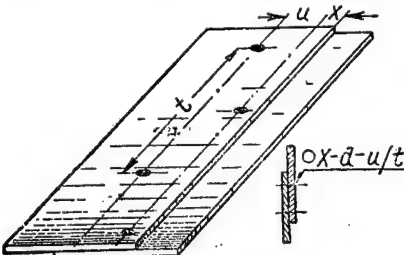
Наименование шва	Толщина материала, мм	Изображение шва	Условное обозначение
Стыковые швы			
Без скоса кромок	до 5		
Без скоса кромок с подваркой	до 5		
V-образный	4 ÷ 30		
V-образный с подваркой	4 ÷ 30		
Угловые швы			
Односторонний без скоса	1 ÷ 30		
Двусторонний без кромок	1 ÷ 30		
Внакрой	1 ÷ 30		
В угол	1 ÷ 4		

## Продолжение

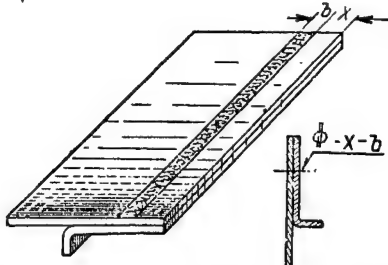
Наименование шва	Толщина материала, мм	Изображение шва	Условное обозначение
Сварка по периметру	—		

Таблица 20

## Условные обозначения швов, выполненных контактной сваркой

Наименование шва	Общий вид соединения и поперечный разрез с условным обозначением	Пояснение
Точечный однорядный		<p>o — обозначение шва</p> <p>x — расстояние от ближайшей кромки</p> <p>d — диаметр точки</p> <p>t — шаг</p>
Точечный цепной		<p>u — расстояние между рядами точек</p> <p>/ — знак цепного шва</p>
Точечный шахматный		z — знак шахматного шва



Продолжение		
Наименование шва	Общий вид соединения и поперечный разрез с условным обозначением	Пояснение
Роликовый (шовный)		<p><math>x</math> — расстояние от кромки до линии шва</p> <p><math>b</math> — ширина шва</p>

### § 30. ДЕФОРМАЦИЯ ПРИ СВАРКЕ И ПРАВКА ТРУБ

При сварке тонкостенных труб вентиляции (толщиной от 0,5 до 1,5 мм) электродуговой, а особенно газовой сваркой зачастую невозможно избежать деформации отдельных участков или трубы в целом. При этом размеры таких деформаций подчас превышают допускаемые.

По действующим техническим условиям местные деформации («бухтиноватость») труб воздухопроводов после сварки не должны превышать:

На длине, мм	мм
50—300 . . . . .	3
300—600 . . . . .	4
600—800 . . . . .	5
800—1000 . . . . .	6

Эти требования вытекают из необходимости:

- предотвращения вибрации стенок воздухопровода при движении по ним воздуха;
- повышения прочности;
- улучшения внешнего вида трубы.

Правка труб является сложной и трудоемкой операцией, и поэтому при изготовлении их важно принять всевозможные меры к уменьшению деформаций.

Сварочные деформации возникают вследствие неравномерного разогрева металла в зоне движения электрической дуги или пламени газовой горелки в процессе сварки. При этом после остывания металла в зонах сварных швов, а особенно в местах их скрещиваний, возникают внутренние напряжения, которые при небольшой толщине свариваемых листов нарушают их устойчивость и вызывают коробление (деформацию).

Характер и величину сварочных деформаций очень трудно определить заранее, так как они зависят от многих факторов. Поэтому предотвратить подобные деформации довольно трудно.

Для уменьшения величины деформации прежде всего необходимо уменьшить зону разогрева. Чем меньше и уже эта зона при сварке, тем меньше величина деформации. Как известно, зона разогрева при дуговой сварке меньше, чем при газовой. При сварке одинаковых деталей электродуговым способом деформации будут в несколько раз меньше, чем при газовом. Поэтому при сварке труб вентиляции особенно важно все детали, которые можно перевести с газовой сварки на электродуговую, варить дуговой или же контактной шовной электросваркой.

Особенно большое значение для уменьшения деформаций при сварке труб имеет качество сборки под сварку. Если при сборке стыковых или угловых соединений зазоры между деталями будут больше допустимых, это приведет к увеличению количества расплавленного металла, необходимого на заправку завышенных зазоров, к увеличению неравномерности нагрева и к повышенным деформациям. Качественная сборка труб является важнейшим условием уменьшения деформации.

При раскрое труб необходимо стремиться уменьшить количество стыков и по возможности избегать перекрещивающихся сварных швов. Это также приводит к уменьшению величины деформации.

При сборке труб на электроприхватках особенно важно выдерживать рекомендуемые величины прихваток и шаг между ними.

Большое значение имеет и порядок наложения сварных швов. Для соединения труб необходимо применять обратноступенчатую сварку.

Наложение сварных швов завышенных размеров (увеличение усиления при стыковых швах и завышенные калибры при угловых) способствует увеличению деформации. Важен также выбор правильного режима сварки (сила тока, диаметр электрода, скорость сварки).

Методы жесткого закрепления и прижатия свариваемых деталей «балластом» при сварке труб трудно применимы, а потому и не употребляются.

Применяя указанные выше меры предупреждения сварочных деформаций, можно добиться их уменьшения и, в большинстве случаев, избежать правки труб после сварки.

Правка труб является операцией, требующей знаний и практического опыта. Неровности поверхности стенок труб, образующихся при сварке (рис. 53), создаются вследствие неравномерного удлинения или усадки (укорочения) отдельных участков металла. Например, выпучина I и вмятина II получились по этим причинам. Как видно, выпучина I имеет различные по длине волокна металла. Длина кривой 1—1' больше кратчайшего расстояния между точками 1—1' прямой, а длина кривой 8—8' также

больше прямой между ними. Вследствие этого точка  $O$ , находившаяся ранее в плоскости листа, переместилась в точку  $O'$ , т. е. поднялась, образовав выпучину. Все участки металла в районе точек  $1-9$ ,  $1'-8'$  оказались вне первоначальной плоскости листа. Аналогично этому образовалась вмятина  $II$ .

Очевидно, что для выправления стенки необходимо ликвидировать бухтину, т. е. сделать неравные по длине участки металла равными.

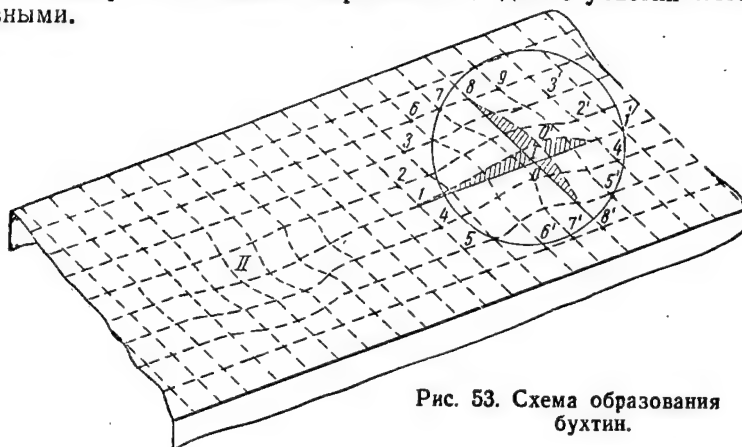


Рис. 53. Схема образования бухтин.

Этого можно добиться, уменьшив длину участков бухтины, сделав их равными соседним участкам, находящимся в прямолинейной плоскости. Другой путь — удлинение участков соседних с бухтиной и выравнивание их как по длине, так и по ширине стенки трубы. Процесс правки и является практическим выполнением этих двух путей.

В первом случае правка осуществляется местным нагревом «пятачками». Участки бухтины посредством пламени газовой горелки нагревают до температуры  $800-900^{\circ}$ . При остывании нагретые участки укорачиваются и бухтина ликвидируется. Если стрелка прогиба бухтины  $O-O'$  превышает  $10\text{ мм}$ , для лучшей усадки металла нагретые участки проколачиваются деревянной киянкой. Эти удары наносят по выпуклой стороне бухтины, а с противоположной стороны в трубу заводят специальную плоскую поддержку. Данный способ правки дает хорошие результаты при правке толстостенных труб с плоскими стенками.

Правка труб с толщиной стенок менее  $1,5\text{ мм}$  более эффективна при проколачивании соседних с бухтинами участков. Для правки труба насаживается на штангу или специальную оправку и деревянной киянкой разглаживаются все выпуклости и вмятины. Удары наносятся в промежутках между бухтинами с таким расчетом, чтобы более удаленные участки растягивались сильнее, а участки, расположенные ближе к вершинам бухтины, растягивались меньше. После правки поверхность трубы получается ровной.

Результаты правки определяются на глаз или наложением деревянной рейки. У круглых труб рейка накладывается вдоль оси трубы; у прямоугольных — по диагоналям прямых стенок.

### § 31. СБОРКА ТРУБ С ФЛАНЦАМИ

В зависимости от технологического процесса изготовления воздухопроводов системы судовой вентиляции сборка труб с фланцами производится по рабочим чертежам или эталонным трубам в цехе, а в остальных случаях — на судне в процессе предварительного монтажа. «Забойные» трубы собираются с фланцами при предварительном монтаже на судне.

Сборка труб с фланцами может производиться по чертежам в том случае, если в рабочем чертеже на изготовление трубы указаны все ее размеры. Для обеспечения необходимого положения труб при их соединении между собой и с арматурой на судне необходимо правильно установить фланцы по отношению к осям трубы и так расположить отверстия, чтобы они совпадали с отверстиями фланца смежной трубы. Если эти требования не будут выполнены, то при монтаже на судне трубы не займут правильного положения и их придется переделывать.

Фланцы на прямых и криволинейных участках труб должны устанавливаться в плоскости, перпендикулярной к оси труб.

Разметка места установки фланца производится на специально оборудованной плите (рис. 54, а). Для удобства работы на поверхности плиты нанесена координатная сетка.

Чтобы разметить место установки фланца, трубу устанавливают на плите так, чтобы ось одного конца трубы заняла положение, параллельное поверхности плиты. Труба поддерживается в этом положении посредством подпорок. С помощью разметочной стойки в соответствии с размерами, заданными в чертеже, на поверхности трубы наносятся риски, определяющие положение фланца на ней. Риску ставят в том месте, которое будет занимать кромка фланца, примыкающая к торцу трубы. При круглом фланце на стенке трубы наносится продольная риска, определяющая положение верхнего отверстия фланца. Фланец заводится на конец трубы, устанавливается в соответствии с разметкой и захватывается электродуговой сваркой.

По действующим техническим условиям размер  $a$  перекося фланцев (рис. 54, б) не должен превышать пределов:

Для труб с $D_y = 50 \div 150$ мм и равным им по сечению	
прямоугольных труб . . . . .	1 мм
» » с $D_y = 150 \div 350$ мм . . . . .	2 »
» » с $D_y = 350 \div 700$ » . . . . .	3 »

При насадке фланцев на конец трубы необходимо следить, чтобы зазор между фланцем и ее поверхностью не превышал размеров, указанных в табл. 21.

Таблица 21

Допускаемые зазоры под сварку фланцев к вентиляционным трубам, мм

Толщина стенки трубы	Сварка электродуговая	Сварка газовая	
	Сталь	Сталь	Алюминиевые сплавы
	З а з о р		
0,5—1,0	0—0,5	0,5—1,0	0—0,5
1,0—1,5	0,5—1,0	1,0—1,5	0,5—1,0
2,0—3,0	1,0—1,5	1,5—2,0	1,5—2,0

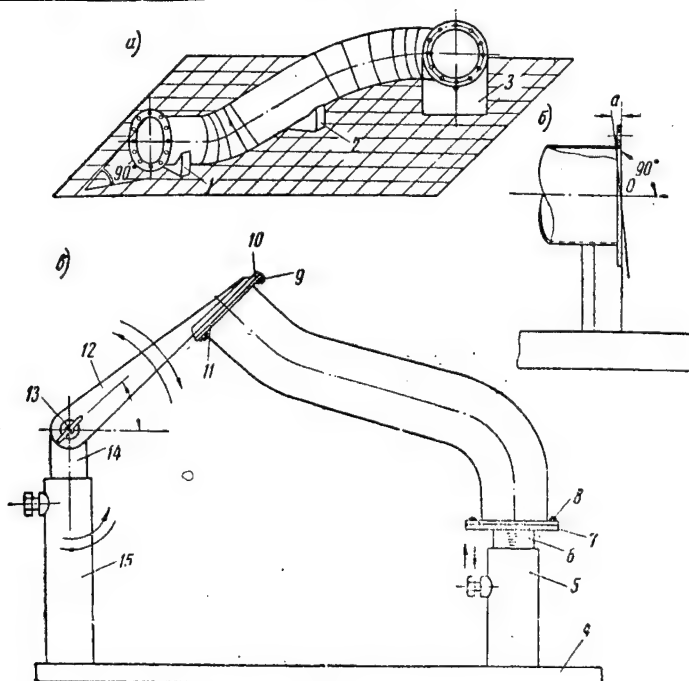


Рис. 54. Сборка труб с фланцами: а — разметка установки фланцев на плите; б — установка фланца; в — позиционер.

1, 2 и 3 — подпорки; 4 — плита; 5 и 15 — трубы; 6 и 14 — стержни; 7 и 10 — фальшфланцы; 8 и 9 — болты; 11 — фланец эталонной трубы; 12 — рычаг; 13 — зажим.

При завышенных зазорах в процессе сварки получают прожоги и перекосы фланцев. Если в процессе сборки зазор окажется больше указанного в табл. 21, необходимо раздать трубу на оправке.

В случае изготовления труб по эталонам, фланцы устанавливаются при помощи универсальных приспособлений — позиционеров или макетировочных стендов. Принцип сборки фланцев с трубой на позиционере можно проследить на рис. 54, в. На плите приварены трубы, в которых перемещаются стержни. На одном из стержней поворачивается рычаг, положение которого фиксируется зажимом. На стержне и рычаге закрепляются фальшфланцы.

При сборке фланцев с трубой работа производится в следующем порядке. Эталонная труба с приваренными к ней фланцами устанавливается и крепится к фальшфланцу до совпадения плоскостей фальшфланца и фланца; затем за счет перемещения стержня в трубе и поворота рычага в сочленении фальшфланец совмещается с фланцем эталонной трубы и прочно закрепляется в найденном положении. Положение фальшфланца по высоте и по углу поворота относительно трубы записывается, и эталонная труба снимается с позиционера. Вместо снятой трубы на фальшфланцы посредством болтов закрепляются штатные фланцы; в них заводится штатная труба; при этом фальшфланец устанавливается в зафиксированное ранее положение и закрепляется в нем. Таким образом, оба фальшфланца заняли то пространственное положение, в котором были фланцы эталонной трубы. Теперь фланцы прихватываются к трубе на электроприхватках и труба снимается с позиционера.

На трубах, сваренных контактной сваркой с отбортовкой кромок, перед насадкой фланца отбортованные кромки на конце трубы срубаются; фланцы привариваются к трубе с наружной стороны. После сварки труб с фланцами торцы трубы, выступающие за плоскость фланца, срубаются пневматическим зубилом с последующей зачисткой наждачным кругом (у стальных труб) и напильником (у труб из алюминиевых сплавов). Если неровности фланцев после сварки превышают от 1,0 до 1,5 мм, их надо выправить по плоскости.

Каждая труба маркируется. Маркировку производят по бирке из стали толщиной 1 мм размером 40 × 60 мм. Набором букв и цифр выбивается номер помещения на судне, где будет устанавливаться труба, номер чертежа трубы и условное обозначение трубы по монтажному чертежу. Бирки привязываются к фланцу трубы проволокой.

Готовые стальные непроницаемые трубы испытываются на прочность и плотность воздушным или гидравлическим давлением, равным 0,15 кг/см<sup>2</sup>.

Трубы из алюминиевых сплавов испытываются на плотность воздушным давлением, равным 0,02 кг/см<sup>2</sup>.

Испытание производится на специальном стенде. Трубы заглушаются специальными заглушками с резиновыми прокладками; заглушки прижимаются к фланцам трубы струбцинами и специальными пневматическими прижимами; одна из заглушек имеет резьбовой штуцер для подвода в трубу воздуха или воды. Испы-

тательное давление регулируется по манометру. Если во время испытания стенки труб выпучиваются, их стягивают хомутами.

В случае испытания воздухом все сварные швы обмазываются снаружи трубы мыльной пеной. Дефекты сварки выявляются по месту появления мыльного пузыря, которое отмечается мелом, а после снятия давления подваривается.

При гидравлическом испытании место дефекта обнаруживается по каплям воды, просачивающимся через неплотности сварных швов. Устраняют течь путем заварки, предварительно слив из трубы воду.

Испытанные и принятые отделом технического контроля трубы, изготовленные из алюминиевых сплавов, подвергаются анодному оксидированию и грунтовке, а стальные — фосфатированию.

Готовые трубы сдаются для хранения на склад. Перед отправкой труб для монтажа на судно они взвешиваются; результаты взвешивания заносятся в специальный сопроводительно-погрузочный листок.

#### **§ 32. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТРУБ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРИ КРУПНО-СЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

При крупносерийной постройке судов резко возрастает повторяемость изготовления одинаковых труб, арматуры и других элементов системы судовой вентиляции. Вследствие унификации размеров сечений трубопроводов и арматуры работы по вентиляции приобретают характер массового производства.

Изготовление труб вентиляции производится по рабочим чертежам отдельных труб. Вследствие увеличения точности выполнения секций и сборки корпуса судна в целом уменьшается количество «забойных» труб, подгоняемых по месту установки. Указанные выше факторы представляют большие возможности для рационализации технологии производства и уменьшения себестоимости труб.

Для улучшения использования металла при раскрое деталей труб применяются карты раскроя материала. В них указываются точные размеры всех деталей, что упрощает и сокращает время на разметку.

Более совершенным способом разметки является фотопроеекция. При данном методе детали вычерчиваются на карте раскроя в определенном масштабе. Затем они фотографируются на фотопластинку с уменьшением в несколько раз. Полученный при этом негатив является уменьшенной картой раскроя. Фотопроеекционная разметка осуществляется с помощью фотопроеекционного аппарата увеличителя. В увеличитель вставляется негатив карты раскроя, и изображение деталей труб проектируется на размечаемый лист в натуральную величину. По линиям проекции производится разметка деталей на металле посредством специальных быстродействующих кернов и чертилок. Схема устройства фотопроеекционной установки изображена на рис. 55.

Для разметки деталей труб требуется иметь лишь негативы всех карт раскроя, которые занимают немного места.

Применение фотопроеекционного метода разметки раско сокращает время на выполнение самой трудоемкой операции по разметке и построению сложных разверток.

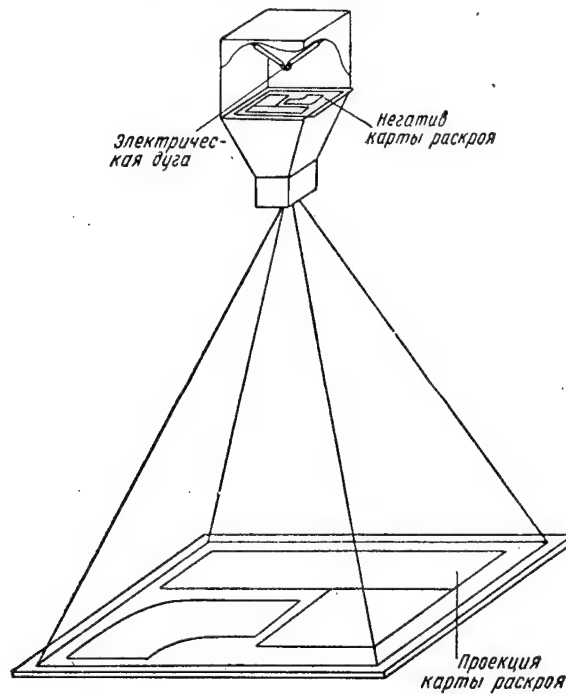


Рис. 55. Схема установки для фотопроеекционной разметки.

При большом количестве одинаковых элементов труб штамповка их заготовок взамен разметки и вырезки приносит большую экономию. Вырубка заготовок секторов колен труб посредством штампов повышает их точность, в десятки раз сокращает время на заготовку, позволяет экономить материал.

Унификация диаметров трубопроводов и радиусов круглых колен позволяет собирать колена небольших диаметров из двух штампованных половинок. На рис. 56 изображено такое колено, сваренное из двух штампованных половинок. Штампованные колена имеют меньшее сопротивление прохождению воздуха.

Эффективным методом изготовления фланцев при массовом производстве является их вырубка на прессах. Круглые фланцы изготавливаются на специальных станках из полос посредством гибки их «на ребро». Для этого посредством валков с прорезами из



полосы навивается спираль, которая режется на отдельные кольца. Концы кольца свариваются, шов зачищается, в нем сверлятся отверстия.

Сборка труб с фланцами производится на специальных макетировочных стендах, подобно тому, как это делается при сборке их по эталонным трубам посредством позиционера.

После окончательной обработки трубы собираются в узлы со штатными прокладками и сдаются на хранение в склад.

При такой технологии изготовления деталей и сборки труб рациональна организация потока на разметке, резке, гибке, сборке и сварке труб. При этом каждая бригада специализируется на выполнении отдельной работы, что приводит к повышению производительности труда, снижению трудоемкости и себестоимости изготовления труб.



Рис 56. Колесо, сваренное из двух штампованных половинок.

## ГЛАВА VI

### МОНТАЖ ВЕНТИЛЯЦИИ

#### § 33. УСТАНОВКА АРМАТУРЫ И ДОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Работы по монтажу изделий, входящих в систему судовой вентиляции, начинаются с установки стаканов, комингсов и крышек, непосредственно связанных с корпусом. Монтаж их производится как в период сборки секций судна, так и на стапеле.

Место установки вентиляционных стаканов и комингсов определяется чертежами корпуса. В них даются координаты вырезов и нормы для стаканов.

Для установки стаканов на палубе или переборке размечаются и с помощью газового резака делаются вырезы. У круглых стаканов диаметр выреза делается больше наружного диаметра стакана на 1,5—2 мм, а у прямоугольных — на 1—1,5 мм больше каждой его стороны. Размеры вырезов и радиусы их окружностей обычно указываются в корпусных чертежах. Под стаканы со средним увеличенным фланцем вырезы делаются больше размеров крайних фланцев на 1,5—2 мм.

После газовой резки кромки вырезов выправляют и зачищают от грата и окалин. Для установки под сварку стакан заводится в вырез на высоту, заданную в чертеже, но так, чтобы его можно было легко приварить, и устанавливают на прихватках. После этого надевают и прихватывают второй фланец. Если стакан устанавливается на платформе или палубе, его целесообразно завести в вырез снизу с таким расчетом, чтобы верхний фланец приваривался к корпусу стакана в более удобном положении. Стаканы монтируются так, чтобы стенки корпуса были перпендикулярны к плоскости переборки.

При приварке фланцев надо особое внимание обратить на то, чтобы не было прожогов; для этого необходимо следить, чтобы зазор между стенкой стакана и вырезом при сборке был не более 1 мм.

После приварки стаканы испытывают на плотность. Места, где после сварки нарушается слой оцинковки, покрываются лаковым грунтом АЛГ-1 или АЛГ-5.

Если вентиляционные стаканы устанавливают на изолируемых переборках или палубах, их огораживают местными нишами (рис. 57, а). Ниша представляет собой стальную перегородку из полосы с фланцами, отделяющую место приварки стакана от изолированной части переборки. Высота ниши обычно равна толщине изоляции.

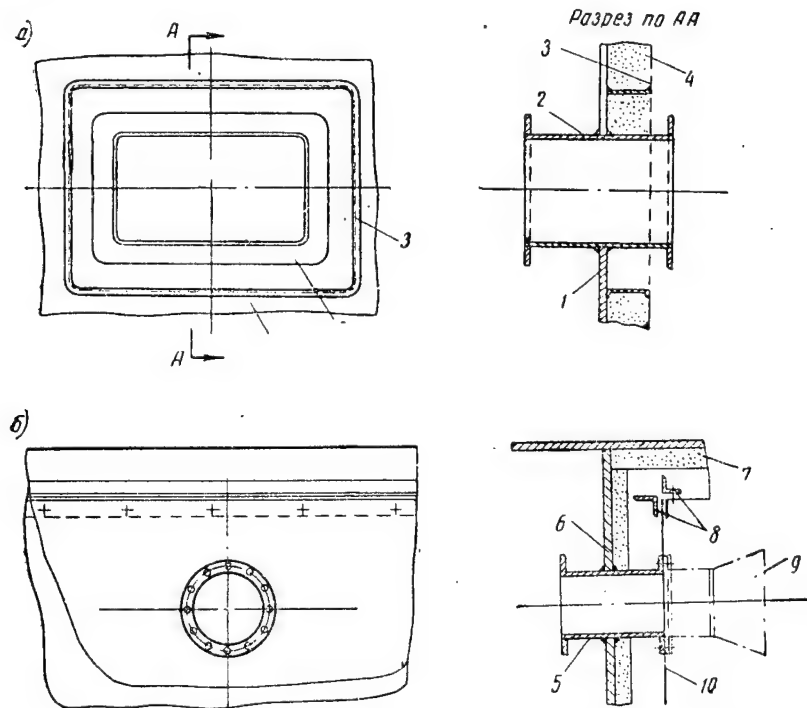


Рис. 57. Установка стаканов на изолируемых элементах корпуса:  
 а — стакан с нишей, б — стакан с зашивкой изоляции.  
 1 и 6 — переборки; 2 и 5 — стаканы; 3 — ниша; 4 — изоляция; 7 — слой экспанзита; 8 — угольники обрешетки; 9 — вентиляционный раструб; 10 — лист зашивки.

В некоторых случаях при установке небольших вентиляционных стаканов на изолируемых переборках необходимо согласовывать положение таких стаканов с положением зашивки изоляции. На рис. 57, б показана подобная установка вентиляционного стакана на переборке. Как видно, переборка изолируется посредством наклейки слоя экспанзита и зашивается листами. Листы зашивки привинчиваются к угольникам обрешетки. В листе зашивки, закрывающем изоляцию переборки, в месте прохода через него вентиляционного стакана делается вырез. Кромки выреза зажимаются между фланцами стакана и вентиляционного раструба.

В таких случаях стакан ставится так, чтобы поверхность фланца находилась в одной плоскости с зашивкой изоляции.

Одновременно с установкой вентиляционных стаканов ставят комингсы под дефлекторы. Конструкция их изображена на рис. 58. Комингс представляет собой круглую стальную трубу, в нижней части которой находится приварыш. Опорные угольники

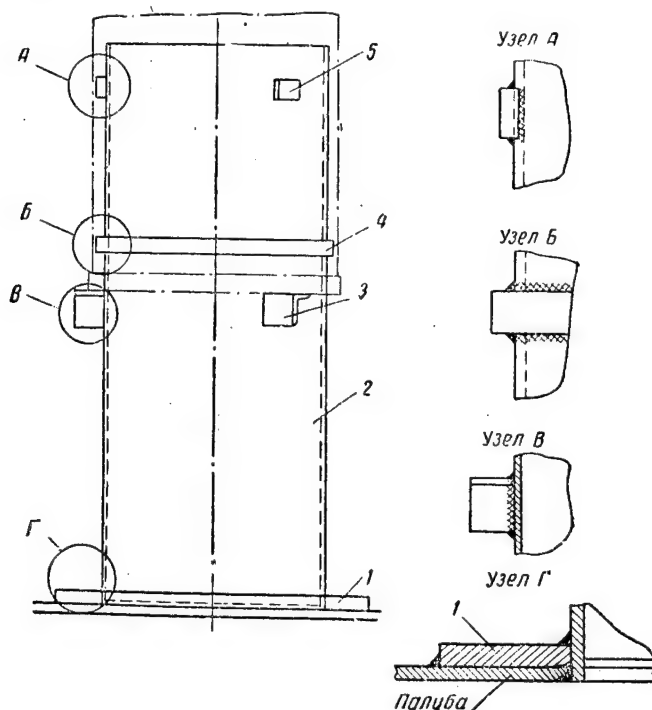


Рис. 58. Комингс для установки дефлекторов.

1 — приварыш; 2 — труба; 3 — опорные угольники; 4 — кольцо комингса; 5 — ограничитель.

приварены к стенкам трубы и служат для восприятия веса дефлектора (цилиндрическая часть дефлектора показана штрихпунктирной линией). Дефлектор опирается на эти угольники своим основанием. Кольцо комингса и ограничитель служат для предотвращения смещения дефлекторов относительно оси комингса при его вращении.

В узлах А, Б и В (рис. 58) показана приварка ограничителей, кольца и опорных угольников к трубе комингса, а в узле Г — соединение приварыша к трубе комингса и его приварка к палубе судна.

Для установки комингсов в палубе вырезается соответствующее отверстие. Диаметр отверстия и координаты его расположе-

ния указываются в корпусных чертежах. Комингс закрепляется на палубе электроприхватками, а затем приваривается к ней сплошным угловым швом сверху и снизу палубы, как это показано в узле Г. Перед приваркой места наложения сварных швов тщательно зачищаются от ржавчины и других загрязнений до металлического блеска стальной щеткой или наждачной пневматической машинкой.

При установке каждого комингса необходимо проверять, чтобы его ось была перпендикулярна к основной линии судна.

Крышки ставятся на выходных отверстиях вентиляционных каналов и соединяются с ними сваркой или болтами. В случае крепления крышки на болтах она соединяется с фланцем канала через прокладку. Материал прокладки указывается в монтажном чертеже. Для обеспечения непроницаемости прокладка не должна иметь рванин и прорезей, отверстия в ней должны совпадать с отверстиями в комингсе крышки. После привинчивания крышки к фланцу канала выступающие кромки прокладок аккуратно обрезаются.

Плотность закрывания крышки определяется испытанием «на мел»; для этого верхнюю кромку комингса крышки натирают мелом и плотно закрывают. Если после этого открыть крышку, то на нижней части резиновой прокладки, установленной по периметру, будет виден меловой отпечаток комингса. Если отпечаток ровный и непрерывный, это показывает, что крышка закрывается плотно.

#### § 34. УСТАНОВКА ЭЛЕКТРОВЕНТИЛЯТОРОВ

Электровентилятор является важнейшим элементом системы судовой вентиляции. Установка его требует точности, так как неправильная или небрежная установка может вызвать неудовлетворительную работу всей системы и порчу вентилятора.

Перед установкой необходимо проверить соответствие вентилятора типу, производительности, напору и форме исполнения данным, указанным в комплектовочной ведомости к монтажному чертежу.

Внешним осмотром проверяют отсутствие вмятин на кожухе и других повреждений. Перед этим корпус очищают от заводской консервирующей смазки, с приемного и выходного отверстия снимают заглушки. Обязательно следует проверить отсутствие биения и задевания колеса за кожух вентилятора, правильность зазора между колесом и всасывающим патрубком и балансировку колеса.

Для проверки зазора колесо медленно поворачивают и наблюдают за величиной зазора между ободом колеса и всасывающим патрубком.

Балансировку колеса контролируют следующим образом. Колесо медленно вращают рукой; вращение должно быть ровным,

колесо не должно бить или задевать за стенки кожуха. Неправильная балансировка обнаруживается в момент остановки вращения колеса. При правильной балансировке это вращение прекращается без качаний вперед или назад. После легкого толчка колесо останавливается в любом положении.

Неисправность балансировки вентилятора вызывает сильные вибрации и выводит его из строя. Для устранения неисправностей вентилятор, по указанию мастера, отправляется на регулировку.

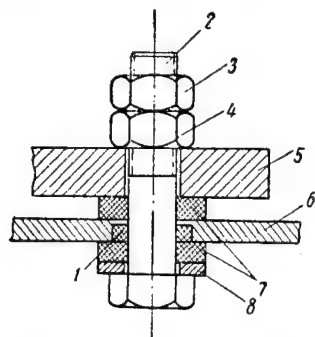


Рис. 59. Крепление лапы электровентилятора к фундаменту на резиновых прокладках.

1 и 7 — резиновые кольца;  
2 — болт; 3 — контргайка;  
4 — гайка; 5 — лапа электровентилятора; 6 — фундамент; 8 — шайба.

Для предотвращения вибрации электровентиляторы устанавливаются на специальных фундаментах с применением эластичных прокладок или амортизаторов.

При установке электровентилятора необходимо расположить его так, чтобы обеспечить свободный доступ к клеммной коробке электродвигателя для присоединения электропроводов, а также возможности замера числа оборотов электродвигателя при испытаниях и, если будет необходимо, демонтажа крылатки.

Электровентилятор крепится к фундаменту на болтах. Отверстия в фундаменте размечаются по шаблону, снятому с лап электродвигателя.

Между лапами электродвигателя и фундаментом помещается набор прокладок (дубовых, стальных, резиновых) или резиновые амортизаторы. При установке небольших электровентиляторов на прокладках последние в сборе просверливаются вместе с полкой фундамента через отверстие в лапе мотора.

Пример крепления лап электровентилятора к фундаменту приведен на рис. 59. Лапа электровентилятора крепится к фундаменту болтом. Между ними устанавливаются шайба и резиновые кольца; гайка закрепляется контргайкой.

Чертеж типа крепления электровентилятора указывается в монтажных чертежах судовой вентиляции.

При креплении электровентиляторов на амортизаторах необходимо следить, чтобы резиновая масса амортизатора не была повреждена.

В случае установки вентилятора на вертикальном или наклонном фундаменте перекося плоскости лап вентилятора по отношению к плоскости фундамента не должен превышать величины, задаваемой чертежом. Это достигается подбором прокладок и регулировкой натяга болтов.

## § 35. КРЕПЛЕНИЕ ТРУБ

Закрепление вентиляционных труб к элементам корпуса судна производится посредством специальных креплений. Тип их зависит от места расположения трубопровода, его конструкции, размера труб, набора корпуса и указан в монтажном чертеже.

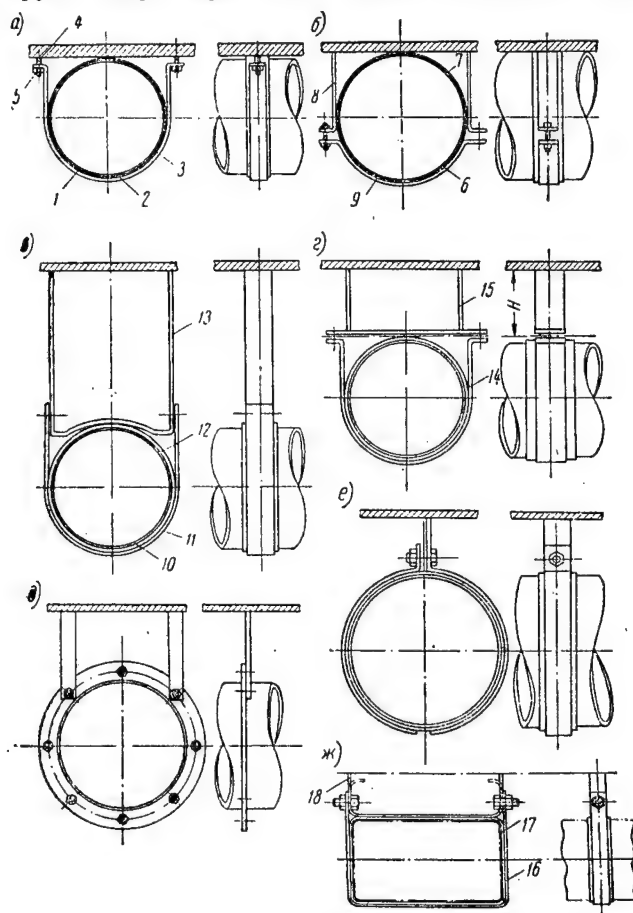


Рис. 60. Крепление вентиляционных труб.

1, 6 и 9 — трубы; 2, 9, 13 и 18 — скобы; 3, 7, 12 и 17 — прокладки; 4 — шпилька; 5 — гайка; 8 — стойка; 11 и 14 — хомуты; 15 — подвеска; 16 — обойма.

На рис. 60 приведены основные типы крепления труб, применяемые в судовой вентиляции.

Если вентиляционные трубы имеют бесфланцевые соединения, то для их монтажа изготавливаются крепления в виде скобы (рис. 60, а), согнутой из полосы. Круглая труба закрепляется на

подволоке скобой через резиновую прокладку; скоба подтягивается к подволоке посредством приварных шпилек и гаек. При завинчивании гаек необходимо следить за натягом скобы, чтобы не смять трубу.

На рис. 60, б показано крепление бесфланцевой трубы другого типа. Этот тип крепления применяется там, где по условиям расположения затруднен доступ к гайкам при их завинчивании. Как видно из рисунка, размеры стойки и скобы зависят от диаметра трубы.

Для труб с фланцевыми путевыми соединениями применяются крепления (подвески), изображенные на рис. 60, в, г, д и е. Если завинчивание гаек не представляет трудностей, то применяется тип подвесок (рис. 60, в), состоящий из хомута и скобы. За счет изменения высоты скобы можно менять высоту проводки воздухопровода.

Если же завинчивание гаек затруднительно, применяется подвеска (рис. 60, г) с вертикальным расположением болтов. При этом высота подвески  $H$  может быть подогнана по месту. Подобный тип крепления весьма удобен при установке на изолируемых и зашиваемых корпусных конструкциях. В данном случае высота  $H$  должна равняться высоте изоляции; головка болта прихватывается к подвеске для предотвращения проворачивания при завинчивании гайки.

При использовании для крепления труб путевого фланцевого соединения применяется подвеска труб на полосах (рис. 60, д). Труба крепится к полосам посредством болтов, стягивающих фланцы. Облегченные трубы можно крепить на одной полосе за средний болт.

Для круглых труб с условным проходом не более 100 мм применяются облегченные крепления (рис. 60, е).

В случае труб прямоугольного сечения применяются те же типы крепления; при этом меняется только форма обоймы и скобы. На рис. 60, ж изображена подвеска для прямоугольной трубы типа, приведенного на рис. 60, в для круглой трубы.

Крепления труб изготавливаются по типовым или нормализованным чертежам. Для небольших партий они выполняются посредством гибки на кромкогибочных станках и вальцах, а при массовом производстве — путем гибки на прессах.

Длина заготовки скоб или обойм (рис. 61, а и б) определяется длиной ее развертки. Например, для изготовления скобы размером  $H \times A$  (рис. 61, а) определяют длину развертки ее средней линии (на рисунке обозначена штрихпунктирной линией). В этом случае длина средней линии складывается из трех прямых участков ( $h$ ,  $a$ ,  $h$ ) и двух частей дуги окружности, длина каждой из которых равна  $\frac{2\pi r}{4} = \frac{\pi r}{2}$ ; следовательно, длина развертки  $L = a + 2h + \pi r$

В рабочих чертежах часто задаются внешние размеры  $H$  и  $A$



и внутренний радиус загиба  $R$ , по которым длину развертки скобы можно определить по следующей формуле:

$$L = A + 2H + \pi \left( R + \frac{\delta}{2} \right) - 4(R + \delta).$$

После определения длины развертки скобы на полосе размечают места изгиба и производят гибку под углом  $90^\circ$  на гибочном станке.

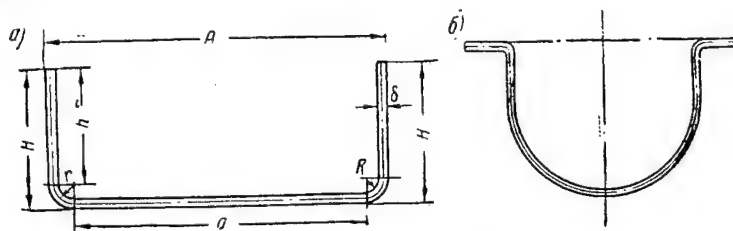


Рис. 61. Детали креплений: а — скоба; б — обойма.

При изготовлении обойм (рис. 61, б), ввиду сложности вычисления длины их развертки, вычерчивают среднюю линию на листе фанеры или отходов металла. На среднюю линию обоймы накладывается нить; длина этой распрямленной нити будет равна длине развертки обоймы.

Для изготовления хомута из полосы на гибочных вальцах сначала гнут полосу по дуге с радиусом обоймы. Полученный радиус дуги проверяют по шаблону, изготовленному из листа фанеры (внутренний контур обоймы). После этого по шаблону размечают места отгибки лапок и, зажав изогнутую по дуге обойму в тисках, ударами молотка отгибают лапки. Гибку лапок можно производить на гибочном станке. Правильность ее проверяют по шаблону.

При серийном производстве крепление труб выполняют посредством штамповки.

В случае монтажа труб из легких сплавов крепления могут быть как стальные, так и из легких сплавов. В обоих случаях ширина обоймы и резиновой прокладки увеличивается в 1,5 раза.

При предварительном монтаже подвески выставляются под сварку по месту. В тех случаях, когда предварительный монтаж труб не производится, подвески устанавливаются по разметке в соответствии с монтажным чертежом.

Устанавливая подвески, следует учитывать, что на изолированных трубах обоймы должны быть закреплены поверх изоляции или на неизолированных участках, примыкающих к фланцевым соединениям.

Надежность приварки креплений проверяется обстукиванием их ручником весом не более 0,5 кг.

Крепления труб, устанавливаемых на изолируемых поверх-

ностях, относятся к доизоляции работам и должны быть выставлены до сдачи их под изоляцию.

При соединении труб между собой, а также в случае присоединения их к вентиляционным стаканам и арматуре необходимо обеспечивать непроницаемость соединения. Для этого нужно тщательно собирать фланцевые соединения, не допускать перекосов, равномерно обжимать прокладки. Нельзя также допускать уменьшения сечения трубы выступающими во внутрь кромками прокладок.

Установка в соединении более трех прокладок или маломерных прокладок, а также применение укороченных болтов или болтов с сорванной резьбой не допускается. Длина выступающих над гайкой концов болтов должна находиться в пределах от 2 до 5 ниток резьбы. Перекос болтов из-за несовпадения центров отверстий на фланцах недопустим, так как приводит к нарушению непроницаемости соединения.

Трубы должны быть плотно зажаты в подвесках. На изолированных трубах подвески, так же как и обоймы, крепятся поверх изоляции или на неизолированных участках трубы, примыкающих к фланцевым соединениям.

Манжеты, устанавливаемые в качестве амортизационных соединений, должны иметь правильную геометрическую форму, быть равномерно зажаты своими кромками между фланцами и не иметь повреждений.

Задвижки, заслонки, анемостаты, воздухораспределители, воздухоулавливатели, поворотные жалюзи, плафоны и другие аппараты и арматура должны быть смонтированы без перекосов, затрудняющих их обслуживание.

#### **§ 36. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ МОНТАЖ ТРУБ СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ**

Под монтажом судовой вентиляции понимается установка и соединение между собой всех элементов, составляющих систему на судне, в соответствии с рабочими чертежами и техническими условиями.

Работы по монтажу вентиляции включают установку подвесок (креплений труб), установку и соединение между собой труб, установку, проверку и регулировку арматуры. Испытание вентиляции производится после окончания электромонтажных работ и монтажа других систем, необходимых для работы вентиляции.

Комплекс работ по монтажу системы судовой вентиляции разделяется по времени на ряд этапов.

Часть работ по монтажу судовой вентиляции входит в состав доизоляции работ. К этим работам относятся установка вентиляционной арматуры и крепление труб, непосредственно привариваемых к изолируемым поверхностям.

Окончательный монтаж системы судовой вентиляции и ее ис-

пытание производится после изоляции помещений и установки в них оборудования.

В период монтажа вентиляционной системы необходимо строго выполнять технические требования, предъявляемые общими техническими условиями и указаниями чертежей.

Трубопроводы и арматура, подаваемые на судно, перед их монтажом должны комплектоваться по рабочим чертежам и техническим условиям и проверяться в соответствии с чертежами.

Установка узлов и деталей трубопроводов на место и крепление их производится в соответствии с монтажными чертежами возможно ближе к подволоке, бортам, переборкам и другим частям корпуса.

На судах, строящихся индивидуально, а также на головных судах серийной постройки работа по изготовлению труб вентиляции производится по монтажным чертежам, а в ряде случаев по монтажным схемам. Поэтому для обеспечения правильного расположения труб в помещениях по отношению к различным конструкциям и предметам оборудования необходимо предварительно уточнить их конфигурацию и размеры. Для этой цели производят предварительный монтаж системы вентиляции.

Предварительный монтаж, как правило, осуществляется после установки деталей доизоляционного насыщения, а также вентиляторов, калориферов, воздухоохладителей и другой аппаратуры системы вентиляции или их макетов.

Предварительный монтаж может производиться в пределах одного или нескольких помещений. Совместно с трубами устанавливается вентиляционная арматура: клапаны, клинкетты, дроссельные заслонки, задвижки и др. Монтаж начинается от жестко зафиксированных фланцев (переборочных или палубных вентиляционных стаканов, вентиляторов и т. п.) и производится последовательно. При этом определяются наиболее удобное расположение труб и места приварки подвесок.

Трубы соединяются между собой на временных болтах, по 2—4 болта на каждое фланцевое соединение. Между фланцами оставляется зазор от 1,5 до 2 мм для последующей установки прокладок.

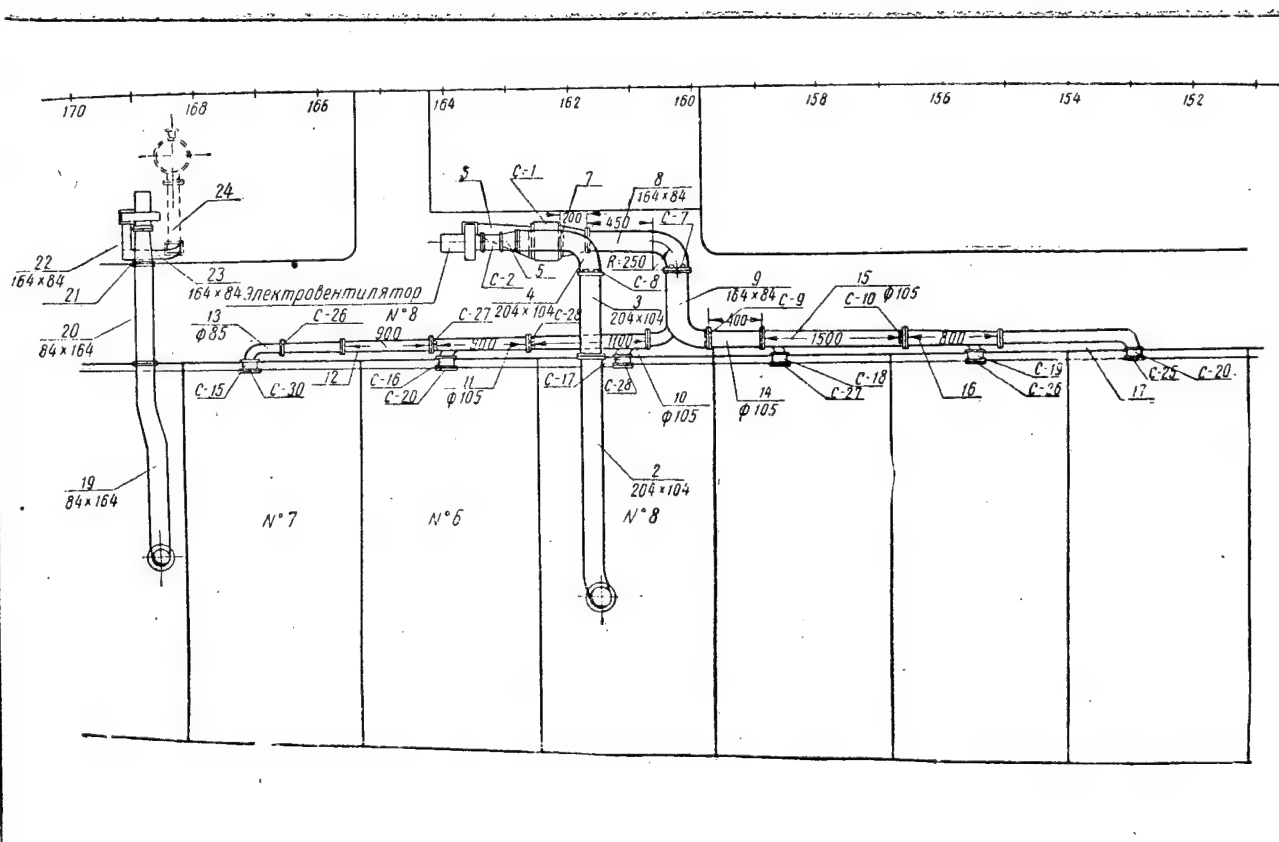
В процессе монтажа определяются размеры «забойных» труб. По расстоянию между фланцами смонтированных участков трубопровода определяется длина «забойной» трубы. Для изготовления сложных «забойных» труб снимают шаблон или макет.

Во время предварительного монтажа труб необходимо выполнять основные требования, предъявляемые к монтажу системы судовой вентиляции.

Прокладка труб вентиляции должна производиться возможно ближе к подволоке, бортам и переборкам с учетом толщины теплоизоляции корпусных конструкций.

Для обеспечения удобства обслуживания и демонтажа, а также для производства окраски как самих труб, так и поверхностей

Sanitized Copy Approved for Release 2010/06/11 : CIA-RDP80T00246A056700340001-5



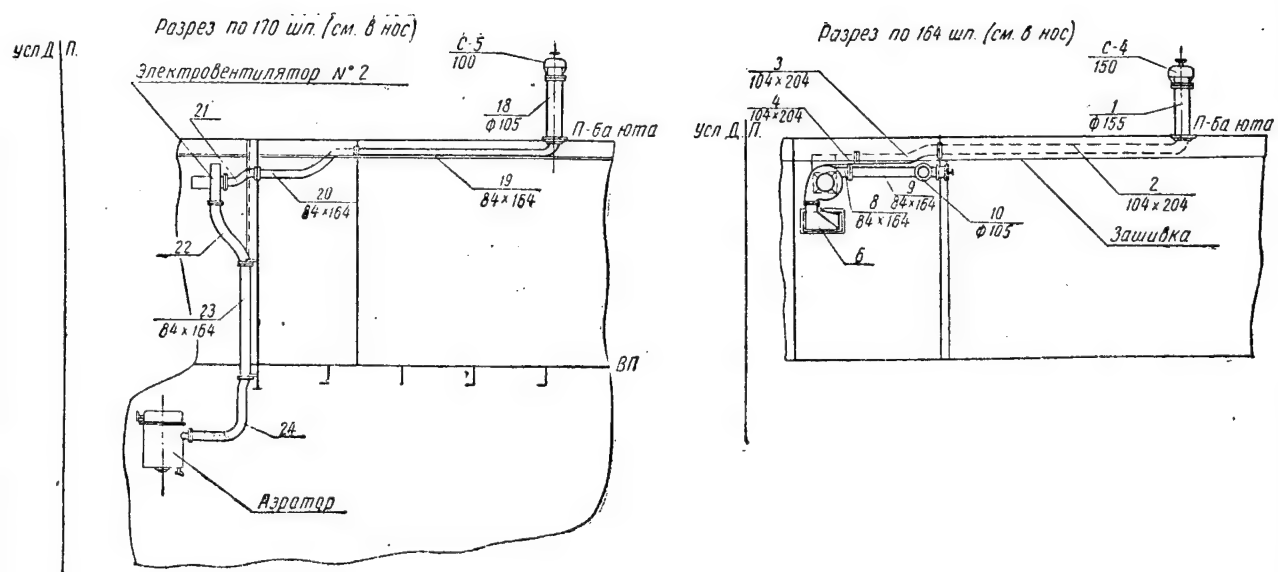


Рис. 62. Чертеж расположения вентиляции.

конструкций, находящихся вблизи воздухопровода, трубы должны располагаться не ближе 20—25 мм от близлежащих к ним поверхностей, корпусных конструкций и оборудования. Фланцы труб не должны находиться ближе 5 мм.

Если рядом проходит несколько параллельных трубопроводов, их нужно располагать по возможности плотнее друг к другу. Желательно, чтобы нижние кромки трубопроводов в этом случае находились на одной высоте.

В процессе монтажа на отдельных участках воздуховода возможно скопление воды, образовавшейся вследствие конденсации паров, находящихся в воздухе, подаваемом через трубопровод. Такие места обычно находятся в нижних точках перегибов труб. Для удаления воды здесь должны быть установлены спускные пробки, места которых намечаются при предварительном монтаже.

На головных судах уточняется проект системы вентиляции, а также технология изготовления и монтажа труб.

Если в процессе предварительного монтажа отдельные трубы не будут располагаться согласно монтажной схеме или монтажному чертежу, вопрос об изменении направления воздуховода согласуется с соответствующими конструкторскими бюро. Все отступления от рабочих чертежей учитываются для их корректировки.

Рассмотрим участок воздуховода, состоящий из труб 7, 8, 9, 10, 11, 12 и 13 (рис. 62). Как видно из рис. 62, труба 8 имеет все размеры, а поэтому изготавливается по этим размерам до предварительного монтажа. Патрубок 7, соединяемый с воздухонагревателем С-1 и трубой 8, также можно изготовить до предварительного монтажа. Тройник 9 не может быть изготовлен без подгонки по месту при предварительном монтаже, так как его размеры зависят от расстояния между воздухонагревателем С-1 и продольной переборкой.

При сборке корпуса судна, установке переборок, палуб, платформ и других элементов их действительное расположение отличается от заданного в корпусном чертеже. При установке фундаментов под воздухонагреватели, электровентиляторы, при разметке вырезов под вентиляционные стаканы, комингсы, при установке вентиляционных каналов и зашивок также возникают погрешности. Все это приводит к тому, что фактические координаты установки в определенных пределах отклоняются от номинальных.

Выделение «забойных» труб служит для того, чтобы за счет подгонки их по месту можно было компенсировать неточности расположения жестко закрепленных элементов вентиляционных систем.

Тройник 9 является забойным и изготавливается при предварительном монтаже. Для уточнения размеров тройника 9 необходимо изготовить и предварительно смонтировать трубы 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, а также 7 и 8. Для изготовления труб 10, 11 и

13 необходимо снять размеры расстояния между центрами приварышей для присоединения патрубков С-15, С-16 и С-17, расположенных на продольной переборке. Труба 12 изготавливается предварительно, а трубы 10, 11 и 13 выполняются с припусками по 40—50 мм. Такой же припуск дается и на отрезки этих труб.

Для предварительного монтажа патрубков 7 и труба 8 соединяются между собой на 2—3 болтах так, чтобы между их смежными фланцами остался зазор 2—4 мм.

Патрубок в сборе с трубой 8 присоединяется к воздухоподогревателю С-1. Этот участок воздухопровода закрепляют на подвеске С-7 так, чтобы он занял положение, указанное на чертеже расположения вентиляции. При этом подвеска приваривается к подволоке.

Трубы 10, 11 и 12 соединяются между собой на 2—3 болтах с таким расчетом, чтобы их отрезки совпали с приварышами на продольной переборке; при этом расстояние между центрами их патрубков должно быть равно расстоянию между центрами приварышей. Это достигается удалением припуска одного из концов труб (около подвески С-28). Припуск удаляется подрезкой ножницами или пневматическим рубильным молотком.

Фланцы надеваются на концы труб и прихватываются электродуговой сваркой так, чтобы совпали отверстия.

Участок воздухопровода из труб 10, 11 и 12 устанавливается на место так, чтобы отрезки совпали с приварышами на переборке. Фланцы на отрезках, которые должны соответствовать отверстиям на приварышах, прихватываются сваркой. При необходимости припуски на концах отрезков удаляются. Воздуховоду придается положение согласно чертежу. Закрепление его производится на подвесках. Свободный конец трубы 12 закрепляется куском проволоки. Один конец проволоки приваривается к подволоке, а другой обворачивается вокруг трубы. При этом труба должна занять нужное положение.

Труба 13 устанавливается на место. Припуски на обоих концах удаляются с таким расчетом, чтобы труба заняла правильное положение. Фланцы прихватываются к концам трубы и соединяются с приварышем на переборке и с фланцем на трубе 12. Устанавливается и приваривается к подволоке подвеска С-26.

Аналогично описанному монтируется предварительно участок воздухопровода, состоящий из труб 14, 15, 16 и 17.

Тройник 9 изготавливается по проволочному макету. Пример такого макета изображен на рис. 63.

Для изготовления макета на свободные концы труб 8, 10 и 14 (рис. 62) на 2—3 болтах надеваются соответствующие фланцы. Эти фланцы соединяются между собой посредством кусков проволоки. Последние привариваются к фланцам так, чтобы каркас макета был жестким. Полученный таким образом макет тройника отсоединяется от труб и по нему в мастерской цеха изготов-

ляется тройник 9. Фланцы тройника располагаются так, чтобы отверстия в них были такие же, как и на макете.

Для окончания предварительного монтажа тройник присоединяют к трубам 8, 10 и 14.

Заранее смонтированные участки воздухопроводов сдаются контрольному мастеру ОТК. При подтверждении правильности монтажа все трубы демонтируются (снимаются) и отправляются на окончательную обработку и окраску.

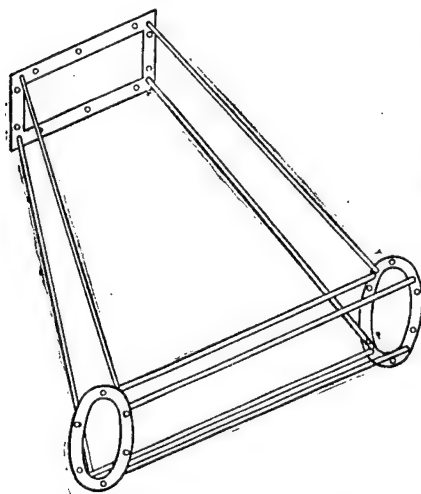


Рис. 63. Макет тройника.

В ряде случаев «забойные» трубы изготавливаются заранее, а при предварительном монтаже лишь образуют припуск и прихватывают фланцы. Например, труба 20 (рис. 62) соединяется с приварышами на поперечных переборках. Эта труба изготавливается в соответствии с размерами, указанными в чертеже к комплектующей ведомости с припуском по длине. Один фланец заранее приваривается к трубе, а второй — свободно насаживается на конец. Чтобы фланец не потерялся, кромки торца трубы загибаются.

Трубы 21 и 24 также являются «забойными» и предварительно монтируются между электроventильатором № 2 и приварышами на переборках. Так как эти трубы изогнуты в двух плоскостях, то они перед монтажом собираются на прихватках; при предварительном монтаже уточняется их длина и прихватываются фланцы.

В тех случаях, когда «забойные» трубы имеют очень сложную конфигурацию, для их изготовления выгодно снять макет или проволочный шаблон, как это указывалось для тройника 9.

Труба 20 устанавливается между двумя продольными переборками. Точность соединения данной трубы с приварышами на переборках будет зависеть от точности установки этих переборок. Если действительное расстояние между переборками будет больше номинального, указанного в чертеже, то между трубой и приварышами образуется зазор; если же расстояние будет меньше номинального, то труба, изготовленная по размерам чертежа, не встанет на место. Поэтому труба 20 изготавливается как «забойная», но без предварительного монтажа, а по размерам расстояния между переборками.

С целью определения длины трубы от величины расстояния между переборками вычитаются толщина двух приварышей и две толщины прокладок.



Для того чтобы трубы 15, 16 и 17 можно было изготовить без предварительного монтажа (кроме головного судна), они изготавливаются по эталонным трубам с применением макетировочных стендов.

Отверстия для установки приварышей на продольной переборке размечаются по специальным шаблонам, строго определяющим расстояние между центрами отверстий. Шаблон для разметки этих вырезов снимается с вырезов на головном судне.

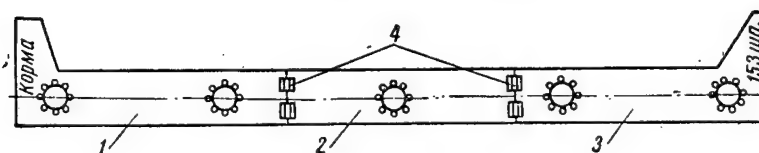


Рис. 64. Разметочный шаблон.

1, 2 и 3 — листы; 4 — петли.

Конструкция складного шаблона для разметки вырезов показана на рис. 64. Шаблон состоит из трех листов, которые благодаря приваренным петлям могут складываться. Для разметки вырезов на продольной переборке намечается 153 шп. Правая кромка шаблона совмещается с отметкой 153 шп. так, чтобы верхняя кромка упиралась в подволок. Левый конец шаблона своей верхней кромкой также должен упираться в подволок. По отверстиям в шаблоне чертилкой размечаются вырезы на переборке. По следу черилки производится кернение под газовую резку. Отверстия под болты также размечаются по шаблону.

Для того чтобы трубы 2 и 19 (рис. 62) можно было изготовлять без предварительного монтажа, необходимо, чтобы строго выдерживалось расстояние от продольной переборки до осевой линии комингсов 1 и 18.

Это достигается тем, что при разметке выреза под комингс поперечная координата выреза отсчитывается от продольной переборки, а ее численная величина берется с головного судна.

Во время предварительного монтажа устанавливаются все крепления труб.

При установке подвесок определяются наиболее удобные места. Число подвесок не должно быть меньше, чем указано в чертеже, и должно обеспечивать надежное крепление труб и устанавливаемой между ними арматуры.

### § 37. ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ТРУБ

Трубы, демонтированные после предварительного монтажа, подвергаются окончательной обработке. Те трубы, которые поступили на предварительный монтаж не сваренными, а собранными на прихватках, теперь завариваются электродуговой сваркой и правятся на оправках для ликвидации бухтин.

На других трубах, где в процессе предварительного монтажа выявилась необходимость установки спускных пробок, производится разметка и сверлятся отверстия. Место припайки пробки тщательно зачищается под пайку.

Все неровности сварных швов снаружи и особенно внутри тщательно зачищаются. Каждая труба маркируется, а все непропаяемые трубы испытываются на плотность посредством обмыливания или «на керосин».

Для защиты труб от коррозии они подвергаются специальной обработке.

Наиболее совершенным способом антикоррозийной защиты стальных труб является фосфатирование. При этом на поверхность трубы наносится защитная пленка, состоящая из солей фосфатов марганца и железа.

Стальные трубы могут также покрываться тонким слоем цинка, который защищает их от ржавчины. Для оцинковки применяется гальванический способ. Перед оцинковкой поверхность труб тщательно очищается от окалины и ржавчины травлением.

После фосфатирования или оцинковки поверхность труб окрашивается.

Трубы из алюминиевых сплавов оксидируются. В результате этого процесса на поверхности трубы образуется прочная пленка окислов алюминия, защищающая ее от коррозии. После оксидирования поверхность труб покрывается грунтом АЛГ-1 или АЛГ-5, который прочно удерживается слоем окислов и усиливает антикоррозийную стойкость оксидированной поверхности.

Трубы, поверхность которых должна покрываться тепловой изоляцией, оклеиваются пробкой или экспонзитом, обшиваются асбестовым полотном или савелитовыми плитками.

Антикоррозийные покрытия и изоляция труб обычно являются последними операциями в обработке труб и производятся на специальных производственных участках. После этого трубы взвешиваются и могут поступать для монтажа.

#### § 38. МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДОВ

На монтаж трубы поступают после окончательной обработки.

Арматура, заключаемая между двумя трубами (например, дроссельные заслонки), или другие промежуточные детали, такие, как амортизирующие манжеты, устанавливаются во время монтажа труб.

Перед монтажом трубопроводы могут собираться в узлы. Под узлом трубопровода понимается труба с фланцами и отрезками, а также совокупность одной или нескольких труб с арматурой, образующих отдельную сборочную единицу. Трубы предварительно могут быть собраны в один узел.

Перед монтажом труб заготавливаются прокладки. Они вырезаются вручную или при помощи специального приспособления.

Размер прокладки должен точно соответствовать размеру фланца. Отверстия в прокладках размечаются по фланцам и вырубаются пробойником. Материал прокладок берется согласно указаниям в чертежах. Резиновые прокладки изготавливаются из листовой резины средней твердости и эластичности. В ряде случаев прокладки изготавливаются из паронита или прокладочного картона.

Приспособление для вырезки круглых прокладок схематически изображено на рис. 65. В шпиндель сверлильного станка вставляется хвостовик приспособления. В хвостовик в свою очередь вставлен прижим; последний свободно вращается в хвостовике так, что опорный круг прижима остается неподвижным. Посредством болта в хвостовике закрепляется подвижная рейка, на которой укреплен нож. Этот нож при вращении шпинделя описывает круг.

Для вырезки круглых прокладок под листовым материалом на стол сверлильного станка подкладывается деревянная доска для предотвращения порчи лезвия ножа. Нож вместе с рейкой устанавливается так, чтобы можно было вырезать прокладку по наружной окружности.

Прижим имеет на торце конусную выточку, куда входит центрирующий конус съемных дисков.

Приспособление имеет набор дисков (диаметром на 2—3 мм меньше диаметра вырезаемой окружности). Для вырезки прокладки материал укладывается на доску стола и прижимается через диск; включается станок, и при вращении нож вырезает наружную окружность прокладки, а затем после перестановки диска и ножа — внутреннюю окружность прокладки.

Перед окончательным монтажом воздуховодов все трубы, прокладки, детали подвесок и крепеж подаются на место монтажа.

До монтажа труб патрубки С-15, С-16, С-17, С-18, С-19 и С-20 (рис. 62) должны быть приварены к переборке.

Рассмотрим монтаж воздуховода вентиляции на примере монтажа участка, состоящего из труб с 7 по 17.

Для ускорения и облегчения монтажа патрубков 7, труба 8 и тройник 9 предварительно собираются в отдельный узел. При этом между смежными фланцами устанавливаются прокладки. Соединения плотно сжимаются болтами. Трубы 10, 11, 12 и 13, а

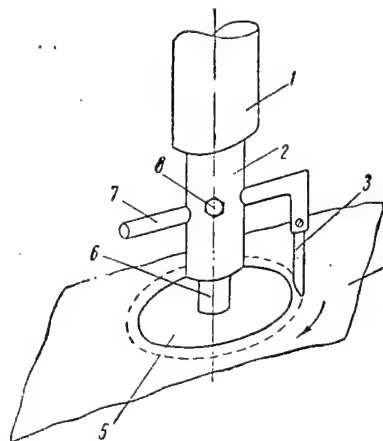


Рис. 65. Приспособление для вырезки круглых прокладок.

1 — шпиндель; 2 — хвостовик;  
3 — нож; 4 — листовый материал;  
5 — съемный диск; 6 — прижим;  
7 — рейка; 8 — болт.

также трубы 14, 15, 16 и 17 собираются в отдельные узлы. Между фланцами соединяемых труб устанавливаются прокладки. Для соединения фланцев в их отверстия заводятся болты, на концы которых навинчиваются гайки. Весь крепеж, употребляемый при монтаже, должен быть оцинкован. Прокладка равномерно обжимается путем постепенного завинчивания гаек. Для этой цели применяются обыкновенные ключи, а для труднодоступных мест — ключи с изогнутыми хвостовиками и торцевые ключи.

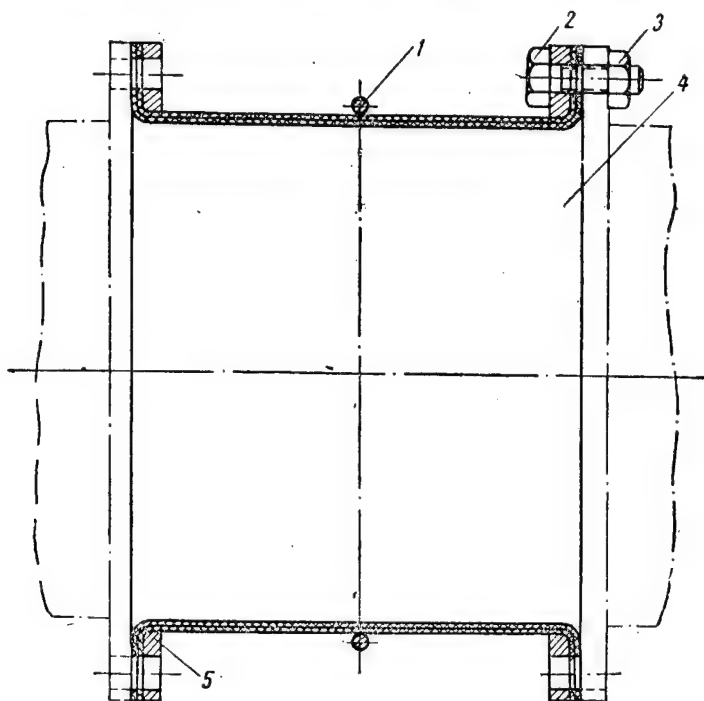


Рис. 66. Мягкая манжета.

1 — проволочное кольцо; 2 — болт; 3 — гайка; 4 — морская парусина; 5 — фланец.

Для совмещения отверстий фланцев и прокладок применяется конический направник.

Узел, состоящий из деталей 7, 8 и 9, через паронитовую прокладку присоединяется к воздухонагревателю С-1 и крепится на подвеске С-7. Конец тройника временно поддерживается подпоркой или проволочной подвеской.

Узлы воздухопроводов, располагаемых вдоль продольной переборки, поднимаются и закрепляются на подвесках; отверстия отрезков совмещаются с приварышами. Между фланцами отрезков и приварышами устанавливаются прокладки. Соединения плотно зажимаются болтами.

Концы труб 10 и 14 соединяются с тройником 9. Воздуховоду придают правильное положение, после чего окончательно закрепляют на подвесках. На трубы в местах крепления их подвесками ставят резиновые прокладки в виде полоски шириной немного больше ширины хомута подвески и по длине, равной периметру сторон или развернутой длине окружности трубы. Трубы плотно зажимаются в подвесках путем заворачивания гаек подвески.

Подвески на изолированных трубах укрепляются поверх изоляции или на неизолированных участках труб, примыкающих к фланцевым соединениям.

Между переходом 5 (рис. 62) и приточным патрубком вентилятора ставится мягкая амортизирующая манжета С-2, которая служит для предотвращения передачи вибрации вентилятора на трубопровод. Этим достигается бесшумность в работе системы вентиляции.

Мягкая манжета представляет собой трубу круглого или прямоугольного сечения, сшитую из морской парусины (рис. 66). Концы манжеты загнуты. Посредине манжеты пришито проволоочное кольцо, служащее для сохранения необходимого проходного сечения. Для крепления манжеты на ее загнутых концах по отверстиям фланцев размечаются и пробиваются отверстия. Для соединения манжеты на нее надеваются фланцы, в которые заводятся болты. Концы болтов вставляются во фланец соединенной с манжетой трубы, на болты навинчиваются гайки, кромки манжеты равномерно зажимаются между двумя фланцами; при этом необходимо следить, чтобы на кромке манжеты не образовались морщины.

Подобным же образом крепится второй конец манжеты. Перекосы и неравномерные натяги манжет не допускаются.

Манжеты изготавливаются на специальных парусных участках по чертежам и по размерам с места.

Одновременно с монтажом труб производится установка арматуры: грибовидных головок, поворотных раструбов, задвижек, дроссельных заслонок, жалюзей, анемостатов, плафонов.

### § 39. УСТАНОВКА КОНЦЕВОЙ АРМАТУРЫ

Перед установкой вентиляционная арматура проверяется на исправность действия.

Установка раструбов заключается в соединении их с дроссельной заслонкой или непосредственно с трубопроводом на болтах через резиновую или картонную прокладку.

Внутренняя полость раструба перед установкой обычно окрашивается в такой цвет, которым будет окрашиваться помещение.

Поворотные воздухораспределители крепятся к фланцу на винтах с полукруглой хромированной головкой. Необходимо равномерно обжимать обойму воздухораспределителя к фланцу трубы, чтобы избежать ее перекоса и тугого вращения полусферы за

ручку. Между фланцем и воздухораспределителем ставится тонкая прокладка.

Поворотные вентиляционные раструбы устанавливаются подобно воздухораспределителям.

Анемостаты могут крепиться непосредственно к стенкам трубы на болтах с гайками или к приварышу. В первом случае в стенках трубы через отверстие во фланцах анемостата размечаются и сверлятся отверстия, во втором — в отверстиях приварыша нарезается резьба.

Анемостат ставится так, чтобы направляющие секторы были расположены вдоль направления потока воздуха.

Крепление анемостата к трубе на болтах с гайками применяется только тогда, когда он располагается близко к концу трубы, так как в противном случае завернуть гайки будет невозможно.

Воздухораспределительный плафон с герметическим затвором перед установкой разбирается для проверки на плотность. При разборке снимаются ручка и кожух и торец комингса натирается мелом. Ручка надевается на валик; вращением ручки запорная тарелка воздухораспределителя прижимается к комингсу. Затем обратным вращением ручки запорная тарелка опускается вниз. На резиновой прокладке тарелки должен быть непрерывный равномерный меловой отпечаток. Если отпечаток имеет перерыв — в этом месте нет плотного касания прокладки к комингсу. Если при повторном испытании «на мел» снова будет обнаружено неплотное касание в том же месте, производят подгонку комингса или устраняют перекося запорной тарелки. В случае, когда повторное испытание на мел покажет равномерное прилегание резиновой прокладки, воздухораспределитель можно монтировать на трубе.

Через отверстия во фланце воздухораспределителя в приварыше трубы размечаются отверстия, в которых нарезается резьба.

Воздухораспределитель через резиновую прокладку крепится на болтах к приварышу; при этом направляющие секторы необходимо расположить по направлению потока воздуха. На воздухораспределитель надевается снятый ранее кожух и закрепляется ручка.

Монтаж воздухонепроницаемых крышек производится посредством привинчивания фланца к приварышам вентиляционных каналов через прокладки. В большинстве случаев корпуса крышек привариваются. Плотность закрывания крышки также проверяется «на мел». Для равномерного прилегания резиновой прокладки к комингсу посредством вращения корончатых гаек производится регулировка натяга откидных болтов.

В случае приварки крышек больших размеров получаются значительные деформации комингса крышки. После сварки комингс трудно или совсем невозможно выправить. Для обеспечения плотного равномерного прилегания крышки к комингсу его

торцы опиливают, добиваясь, чтобы поверхность касания с резиновой прокладкой лежала в одной плоскости.

Вентиляционные клапаны или клинкеты обычно монтируются на вентиляционных стаканах или полустаканах; к их второму фланцу присоединяются вентиляционные трубопроводы. При соединении клапанов со стаканами необходимо особо тщательно установить и обжать прокладку. Перед монтажом клапаны проверяются на плотность запираания.

Установка грибовидных головок на комингсах или вентиляционных стаканах производится путем соединения с их фланцами через прокладки на болтах.

Дефлекторные головки надеваются цилиндрической частью на верхнюю часть комингса; в необходимых случаях перед установкой указанных головок на комингсах ставят штормовые крышки.

Вентиляционная арматура, имеющая приводы для закрывания и регулирования потоков воздуха, монтируется после. Приводы устанавливаются в соответствии с монтажным чертежом и пригоняются по месту, чтобы обеспечить максимальные удобства обслуживания. Приводы должны работать плавно, без заеданий и проворачиваться одним человеком. Соприкосновение движущихся частей приводов с корпусом судна и предметами оборудования не допускается.

У крышек наружных вентиляционных шахт и грибовидных головок, так же как у клапанов, клинкетов и пусковых реостатов электровентиляторов, помещают отличительные таблички, указывающие номер электровентилятора.

#### § 40. ИСПЫТАНИЕ СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

По окончании всех достроечно-монтажных работ судно предъявляется к сдаточным испытаниям. Приемка результатов испытаний производится специальной приемной комиссией, в состав которой входят представители заказчика и наблюдающих органов; от завода назначается ответственный сдатчик со сдаточной командой.

Испытания судна разделяются на швартовные и ходовые сдаточные. Сначала проводятся швартовные испытания.

В период швартовных испытаний наряду с другими производится испытание системы вентиляции в действии. До проведения этих испытаний вся система вентиляции сдается на монтаж. Под этим понимается проверка соответствия выполненных работ по монтажу определенной системы чертежу. Кроме общей схемы, при этом проверяются установка вентиляторов, воздухонагревателей, арматуры и других элементов вентиляционной системы. Проверке также подвергаются крепления труб, плотность путевых соединений, качество труб, их антикоррозийная защита и теплоизоляция.

Отдельные магистрали трубопроводов и вентиляционные ка-

налы проверяются на плотность путем наддува до испытательного давления. О плотности магистралей судят по тому, как сохраняется испытательное давление. Если в течение одного часа или другого обусловленного времени оно не падает на величину, заданную по техническим условиям на испытание, то магистраль считается непроницаемой. В некоторых случаях плотность путевых соединений проверяется путем обмазывания мылом фланцевых соединений под напором работающих вентиляторов. При этом

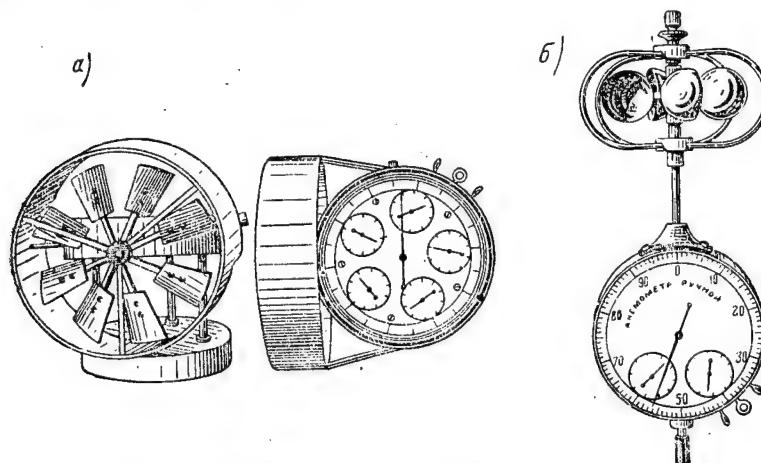


Рис. 67. Анемометры: а — крыльчатый; б — чашечный.

концевая воздухораспределительная арматура (плафоны и рас­трубы) закрывается. О плотности путевых соединений судят по отсутствию мыльных пузырей.

После приемки монтажа системы судовой вентиляции представителем контрольного органа выдается удостоверение о приемке.

Определение эффективности вентиляционной системы производится путем технических испытаний ее в действии. Эти испытания имеют целью выявить полную техническую характеристику системы и соответствие ее проекту путем определения давления, создаваемого вентилятором, и распределения давлений в воздуховодах, объемов удаляемого и подаваемого воздуха, скорости в отдельных частях установки, равномерности распределения потоков по вентилируемым помещениям.

Определяется также тепловая производительность воздухоохладителей и воздухонагревателей, а в случае необходимости и ряд других показателей.

В особых случаях производится санитарно-гигиеническая проверка эффективности вентиляции путем определения температуры, влажности и подвижности воздуха, загрязненности его вредными парами, газами и пылью.



При технических испытаниях вентиляции применяется специальная измерительная аппаратура.

Измерение скорости движения воздуха производится анемометром (рис. 67).

Анемометром пользуются при измерениях скорости воздуха в приточных и вытяжных отверстиях, а также скорости свободных потоков в помещениях. При скорости воздуха от 0,5 до 10 м/сек применяют крыльчатый анемометр, а для измерения больших скоростей — чашечный анемометр.

Крыльчатый анемометр состоит из колеса с легкими алюминиевыми лопастями, укрепленного на оси, конец которой снабжен червяком, приводящим во вращение стрелки циферблата. Стрелки показывают количество метров, пройденных потоком воздуха, обдувающим анемометр. Включение передачи производится рычажком. При измерении скорости одновременно засекают время. Путем деления отсчета пути, пройденного воздушным потоком (метры), на время, в течение которого этот путь пройден (секунды), определяют скорость в м/сек.

В чашечном анемометре на оси вращается крестовина с четырьмя полушариями. Особенностью прибора является то, что показания его счетчика не зависят от направления потока воздуха, так как головка прибора вращается всегда в одну сторону. Скорость воздуха, полученная от деления величины пути, непосредственно отсчитанной по шкале анемометра, на время, не дает истинной скорости. Для определения ее необходимо вводить поправку к показаниям анемометра. Обычно истинная скорость определяется по паспорту анемометра, на котором в виде таблицы или графика даны значения скорости замеренной и истинной.

Скорость в воздуховодах и каналах измеряют пневмометрическими трубками, соединенными с манометрами, посредством которых можно определить скоростное давление.

Пневмометрическая трубка (рис. 68) состоит из двух тонких латунных или медных трубок, согнутых крючком. Конец одной трубки имеет отверстие для измерения полного давления в потоке, конец второй трубки запаян. На некотором расстоянии от него в стенке трубки просверлены маленькие отверстия. Давление в этой трубке будет устанавливаться равным статическому (неподвижному) давлению в потоке, т. е. независимо

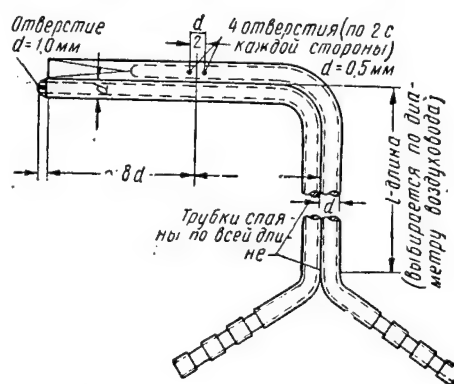


Рис. 68. Пневмометрическая трубка.

от скорости потока воздуха. Другие концы трубок посредством резиновых шлангов присоединяются к манометру, измеряющему давление. Схема присоединения пневмометрической трубки к манометру показана на рис. 69.

При измерении полных давлений на участке до вентилятора, где давление отрицательное, присоединение трубки к манометру осуществляется по схеме *а*, на участке за вентилятором, где давление положительное, — по схеме *в*.

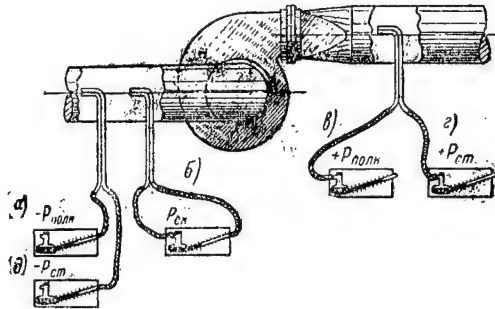


Рис. 69. Схема присоединения пневмометрической трубки к манометру.

В случае измерения отрицательного статического давления (разрежения) присоединение осуществляется по схеме *д*. На участках нагнетательной линии статическое давление может быть положительным или отрицательным. Поэтому присоединение следует выполнять по схеме *г* или *д*.

При измерении скоростного давления обе трубки соединяются со штуцерами манометра, причем трубка полного давления присоединяется к сосуду прибора по схеме *б*.

Шланги для соединения трубки с микроманометром следует выбирать толстостенные с внутренним диаметром от 4 до 6 мм и наружным от 10 до 14 мм. Длина резиновых шлангов не влияет на точность измерения. Это дает возможность установить микроманометр на одном месте и, пользуясь длинными шлангами, производить измерение во многих точках.

Во время работы необходимо следить за полной герметичностью присоединений. Шланги должны быть плотно надеты как на штуцеры, так и на концы пневмометрической трубки. Для проверки герметичности после соединения трубок следует слегка подуть в отверстие трубки, измеряющей полное давление. Когда уровень жидкости в манометре поднимается, нужно быстро зажать пальцами отверстия трубок статического или полного давления. Если при этом уровень жидкости в трубке манометра остается постоянным, то соединение герметично.

Падение уровня жидкости указывает на проникновение воз-

духа через неплотности, которые могут быть в местах соединения шлангов, в самих шлангах, в арматуре микроманометра или же в пневматической трубке.

Во время работы необходимо следить за тем, чтобы в трубку манометра не проникали пузырьки воздуха, что может произойти при сильных колебаниях уровня жидкости.

Жидкость, заполняющая микроманометр, может попасть в соединительные резиновые шланги при небрежной переноске прибора с присоединенной трубкой. Кроме того, жидкость может «залить» шланги в момент, когда трубка вводится в воздуховод. Поэтому переносить прибор следует аккуратно.

При введении пневмометрической трубки в воздуховод нужно предварительно зажать шланги рукой, отпустив их в момент, когда трубка будет внутри воздуховода. Если жидкость все же попадет в резиновые шланги, необходимо пневмометрическую трубку со шлангами заменить другим комплектом или же, разняв все соединение, тщательно продуть (просушить) трубку, микроманометр и оба резиновых шланга, после чего весь комплект прибора собрать вновь.

Во время отсчетов надо следить, чтобы в шлангах не было переломов, в результате которых отверстие может быть перекрыто и микроманометр перестанет давать правильные показания.

Скорость воздуха вычисляется по формуле

$$v = \sqrt{\frac{2gP_{\text{ск}}}{\gamma}} \text{ (м/сек),}$$

где  $\gamma$  — удельный вес воздуха,  $\text{кг/м}^3$ ;

$g$  — ускорение силы тяжести,  $\text{м/сек}^2$ ;

$P_{\text{ск}}$  — скоростное давление,  $\text{кг/м}^2$ ,

что численно равно показаниям манометра в миллиметрах водяного столба.

Таким образом, замеряя скоростное давление  $P_{\text{ск}}$  посредством пневмометрической трубки, можно определить скорость воздушного потока в любой точке трубопровода.

Для установки пневмометрических трубок в стенках воздухопроводов сверлятся отверстия, которые после замеров завариваются.

При малых давлениях (меньше 5—6 мм вод. ст.) применяются манометры с наклонной шкалой — тягомеры (рис. 70, а), дающие большую точность.

Этот прибор заполняется подкрашенным спиртом. На шкалу прибора наносятся деления в миллиметрах водяного столба.

Наиболее простым манометром является U-образный водяной манометр (рис. 70, б), показывающий давление непосредственно в миллиметрах водяного столба или в килограммах на квадратный метр.

С целью определения температуры воздуха в помещениях и воздухопроводах пользуются обычными ртутными термометрами.

Для помещений применяются термометры со шкалой до 45—50° с делениями через 0,2° С. В воздуховодах измерения производятся термометрами, шкала которых позволяет определить наивысшую и наименьшую температуру воздуха или газа в трубе. Относительная влажность воздуха определяется психрометром (рис. 71), который представляет собой два термометра, укрепленных на штативе. Резервуар одного из них обернут

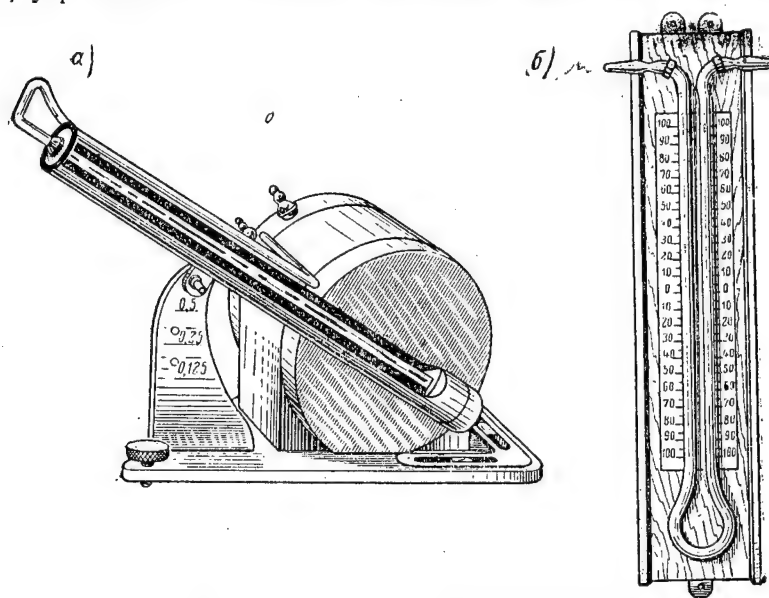


Рис. 70. Манометры: а — с наклонной шкалой; б — U-образный.

марлей, смачиваемой водой, которая подсасывается марлей из стаканчика, укрепленного над манометром (рис. 71, а).

Испарение влаги с поверхности марли понижает температуру смоченного термометра. По разности температур сухого и мокрого термометров с помощью специальных таблиц определяют относительную влажность воздуха.

Более совершенным прибором, дающим точные показания, является психрометр с вентилятором (рис. 71, б), в котором оба термометра находятся в потоке воздуха, создаваемого небольшим вентилятором, приводимым во вращение часовым механизмом.

Данные измерений, полученные при испытаниях вентиляции в действии, заносятся в особые журналы. Замеры производятся по специально разработанной программе. По данным замеров посредством вычислений определяются истинная производительность вентиляторов, кратность обменов и другие величины.

Если при испытаниях некоторые технические показатели эф-

фективности вентиляции не соответствуют заданным проектам, то производят регулировку отдельных элементов системы.

В системах судовой вентиляции допускается отклонение измеренной производительности электровентиляторов и обмена воздуха в вентилируемых помещениях от заданных по проекту в пределах  $\pm 10\%$ .

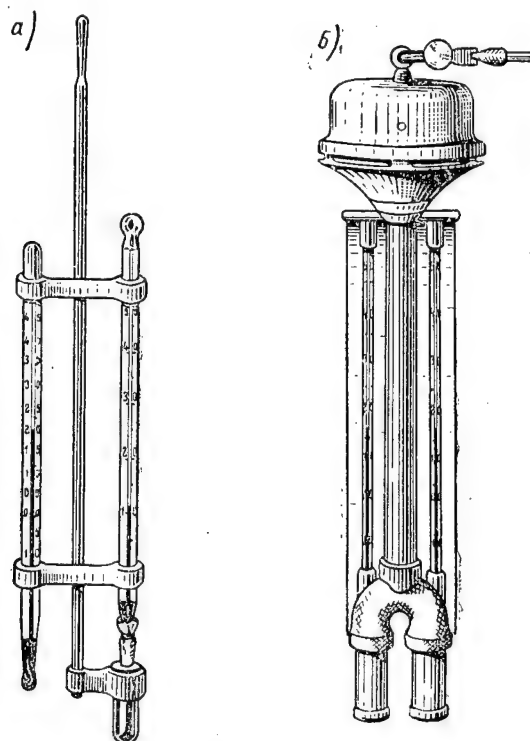


Рис. 71. Психрометры: а — простой; б — с вентилятором.

Перед испытанием вентиляции в действии необходимо убедиться в отсутствии внешних повреждений в трубопроводе, вентиляторах, арматуре и другом оборудовании.

Включая электровентиляторы, предварительно проверяют, нет ли в них посторонних предметов. Электровентиляторы большой производительности вскрываются и проверяются на проворачивание. При этом производится тщательный осмотр изнутри.

В зимнее время следует удостовериться в отсутствии льда в наружных трубопроводах, подходящих к электровентилятору. При определенных условиях внутри труб нарастает лед, который при пуске вентилятора обрывается, падает вниз, попадает в вентилятор и разрушает колесо. Поэтому перед испытанием все

наружные вентиляционные трубопроводы (комингсы) обстукиваются легкими ударами молотка. При этом прослушивается тот участок трубопровода, куда может упасть лед. Если лед обнаружен в системе, соответствующий участок трубопровода разбирается и куски льда удаляются.

После пуска электровентилятора тщательно прослушивается его работа и внимательно осматриваются все трубопроводы. Иногда при этом обнаруживается вибрация труб. Причиной вибрации могут быть: недостаточная толщина стенок, деформации и бухтины стенок труб. Такие трубы снимаются и правятся. Если это оказывается недостаточным, к стенкам трубы привариваются ребра жесткости. Если при работе вентилятора слышится дребезжание, это значит, что в трубопроводе находится мелкий металлический предмет (гайка, шайба). Место его нахождения определяется прослушиванием, труба демонтируется, посторонний предмет извлекается.

Следует также осмотреть мягкие манжеты. Если манжета, установленная между всасывающим патрубком вентилятора и трубопроводом, сильно сжата, это резко уменьшает сечение трубопровода и ухудшает работу системы. Такая манжета сменяется на более короткую.

При проверке интенсивности приточной вентиляции производится регулировка притока воздуха в каждое помещение. Перед контролем концевая арматура (например, грибовидные головки, штормовые крышки, клинкеты и другая) открывается.

Наличие притока воздуха грубо определяется по интенсивности выхода воздуха «на руку» из приточной концевой арматуры, раструбов, анемостатов, воздухораспределителей и других. Точное определение интенсивности притока производится замерами и подсчетом кратности обмена воздуха. При замерах иллюминаторы, двери и помещения должны быть закрыты.

Если обнаруживается, что приток воздуха в какое-либо из помещений недостаточен, производят регулировку притока. Так, например, если из раструба С-17 (рис. 62) в помещение поступает излишнее количество воздуха, а через раструб С-15 недостаточное количество (при полностью открытых дроссельных заслонках), необходимо отрегулировать приток. Между отрезком трубы 10 и дроссельной заслонкой ставится металлическая «заглушка» (в виде прокладки с уменьшенным сечением). Установка такой «заглушки» увеличивает сопротивление воздуха при прохождении его в помещение № 8; тем самым приток воздуха в помещении № 7 увеличивается.

Часто случается, что при работе вентилятора интенсивность вентиляции очень мала или вовсе отсутствует. Одна из причин этого — неправильное вращение колеса вентилятора. В таком случае для изменения направления вращения электрики переключают фазы электромотора. После изменения направления

вращения колеса вентилятора интенсивность вентиляции резко увеличивается.

Причиной слабой интенсивности притока воздуха может быть и прорыв мягкой манжеты у выходного патрубка электровентилятора, проницаемость путевых соединений или вентиляционных каналов.

В ряде случаев незначительное уменьшение размеров поперечного сечения труб резко увеличивает сопротивление прохождению воздуха и уменьшает интенсивность притока.

Крутые переходы и резкие изменения направления труб приводят к завихрениям потока воздуха.

Регулировка интенсивности вытяжной вентиляции основана на тех же принципах.

При невозможности определить причину плохой работы отдельных ветвей вентиляции воздухопровод разбирают и проверяют арматуру и вентиляторы отдельно.

Интенсивность охлаждающего действия вентиляции определяют путем замера температуры до и после включения вентиляции. Если при этом температура воздуха в помещении в течение определенного времени падает до  $10^{\circ}\text{C}$ , работа вентиляции считается удовлетворительной.

Для испытания подогрева приточного воздуха в помещении измеряется температура воздуха до подачи пара или горячей воды в калорифер и после нагревания воздуха. По повышению температуры воздуха судят о работе калорифера.

После проведения всех испытаний и получения необходимых замеров контрольный мастер производит расчеты, в результате которых определяется соответствие фактических показателей (например, кратность обмена, скорость воздуха) требованиям проекта.

При обнаружении фактов, ухудшающих работу системы вентиляции из-за некачественного изготовления и монтажа трубопроводов и арматуры, производятся дополнительные работы.

Мастер обязан учесть недостатки в выполнении работ, довести их до сведения рабочих-исполнителей и обеспечить устранение.

## ГЛАВА VII

### ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И МОНТАЖУ СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

#### § 41. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ

Работы по изготовлению труб, монтажу и сдаче судовой вентиляции выполняются производственными участками корпусостроительных или других родственных по профилю работы цехов.

Организационное выделение этой работы в отдельные производственные участки вызывается ее технологическими особенностями, характером применяемых при этом производственных операций, составом необходимого оборудования и инструмента.

Организационная структура вентиляционных участков зависит от методов изготовления и монтажа труб, что в свою очередь непосредственно связано с типом и серийностью постройки судов.

Метод изготовления труб и организация работ этого участка будут различны при ремонте и модернизации судов или при единичной и крупносерийной постройке.

Для судов, подвергающихся ремонту, модернизации или при индивидуальной постройке, работы по изготовлению и монтажу судовой вентиляции ведутся по монтажным чертежам. При этом размеры труб уточняются по месту их монтажа на судне. Более сложные участки воздухопроводов макетируются, часть труб подгоняется по месту. Окончательная обработка труб производится после предварительного монтажа.

При постройке мелких серий судов среднего и малого водоизмещения на головном судне трубы изготавливаются по монтажным чертежам с подгонкой их по месту, как и в предыдущем случае. При этом трасса вентиляции макетируется и изготовление труб на последующих судах производится по размерам с макетов.

Более совершенным методом является снятие эскиза труб после монтажа и сдачи отдельных трасс вентиляции ОТК на головном судне. При этом на эскизах наносятся все необходимые для изготовления труб размеры. Изготовление труб для последующих судов производится по эскизам.

При указанной выше технологической последовательности выполнения работ на участке вентиляции нет резкой специализации бригад по отдельным работам. Обычно отдельные брига-



ды выполняют последовательно всю цепь работ: изготовление труб по макетам или по эскизам, предварительный монтаж, окончательную обработку труб и окончательный монтаж вентиляции. При этом каждая бригада выполняет весь комплекс работ в отдельных группах помещений или районах судна.

Закрепление бригад за отдельным районом работ способствует повышению производительности и качества их выполнения. Это особенно ярко выражается при мелкосерийной постройке судов.

При крупносерийной постройке повторяемость выполнения одинаковых работ настолько возрастает, что технология выполнения, а также организация работ участка вентиляции резко меняется. В этом случае при постройке головного судна трассы воздухопроводов и размеры элементов отдельных труб настолько уточняются, что выполнение работ по изготовлению труб вентиляции может производиться точно по шаблонам или рабочим чертежам. При этом трубы изготавливаются отдельными специализированными бригадами. Предварительный монтаж труб, кроме «забойных», становится ненужным. Работа по установке арматуры и монтажу труб также выполняется специализированными бригадами.

Участок вентиляции является составной частью цеха, поэтому структура его и организация зависят от организации цеха.

Во главе участка стоит начальник, подчиняющийся непосредственно начальнику цеха. Участок производит работу в соответствии с производственным планом цеха и графиками выполнения работ на отдельных судах. Участковый производственный план задается на месяц; в нем точно определяются объем и номенклатура работ, которые должен выполнить участок.

Начальник участка осуществляет руководство через мастеров, которые являются непосредственными руководителями подчиненных им бригад рабочих. Производственная бригада — низовое звено производства; оно объединяет входящих в нее рабочих в процессе выполнения ежедневной работы.

Условием высокопроизводительной работы бригады является заблаговременная выдача рабочим заданий и нарядов, необходимых инструкций на выполнение определенной работы. Одновременно для бригады должны быть подготовлены чертежи, материал для изготовления труб, готовые детали, арматура, крепеж и т. д. Необходимо иметь определенное оборудование, инструмент, приспособления, транспортные средства. Для безопасности работы рабочее место должно быть достаточно освещенным, не должно быть загромождено.

Бригада должна иметь определенный план работы, так чтобы по выполнении одной работы, она могла бы сразу перейти на другую, полностью всем обеспеченную.

Обеспечением условий высокопроизводительной работы отдельных бригад и участка в целом ведает специальная служба, подготовки производства.

#### § 42. ОРГАНИЗАЦИЯ ЦЕХА И УЧАСТКА

В распоряжении начальника корпусодостроечного цеха для подготовки производства имеются: ПРБ — планово-распределительное бюро, БТП — бюро технологических процессов, ТНБ — технико-нормировочное бюро, материальная группа, БИХ — бюро инструментального хозяйства, механик цеха, инженер по технике безопасности, бухгалтерия.

ПРБ цеха планирует работу участков на основе плана цеха, получаемого от планово-производственного отдела завода, а также осуществляет обеспечение участков необходимыми поставками деталей и изделий, получаемых со смежных участков и других цехов.

БТП цеха prepares технологическую документацию на выполнение работ, выпускает рабочие и типовые карты технологических процессов. Технологическое бюро цеха оказывает помощь рабочим рационализаторам, ведет наблюдение за выполнением технологических процессов, обобщает и распространяет передовой опыт новаторов производства.

ТНБ цеха состоит из нормировщиков, которые на основании справочников, нормативов и материалов, утвержденных министерством, нормируют различные работы.

Материальная группа занимается обеспечением цеха в целом и отдельных участков различными основными и вспомогательными материалами.

#### § 43. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА И РАБОЧЕГО МЕСТА

На каждом производственном участке отдельные группы рабочих — бригады — возглавляет мастер. Состав бригад вентиляционного участка 4—5 человек. Мастер распределяет работу на своем участке в соответствии с месячным планом, суточными заданиями и графиками.

Давая работу, мастер вручает бригадире чертеж, наряд и оформленное требование на получение материалов, проверяет, как бригада обеспечена инструментом и приспособлениями, указывает на каком оборудовании рабочий должен обрабатывать ту или иную деталь, знакомит рабочего с полным технологическим процессом на данную работу и инструктирует о безопасных методах труда.

Для повышения квалификации и производительности труда рабочих своего участка мастер изучает опыт передовых бригад, передает его менее квалифицированным рабочим, помогает рационализаторам и изобретателям и организует социалистическое соревнование. Мастер отвечает за состояние трудовой дисциплины и правильное расходование фондов заработной платы.

Мастер имеет право нанимать и увольнять рабочих своего участка с последующим утверждением начальником цеха. Он

может наложить взыскание на бракодела, дезорганизатора производства. Он имеет премиальный фонд и расходует его по своему усмотрению, премируя рабочих, выполнивших работу качественно и в срок. Никто из вышестоящих руководителей (старший мастер, начальник цеха) не имеет права дать распоряжение рабочему или перевести его на другой участок без ведома мастера. Вновь поступающему на участок рабочему присвоить разряд может только мастер; при этом он руководствуется тарифно-квалификационным справочником и качеством сданной рабочей пробы. Рабочий обязан сдать техминимум.

Назначается мастер директором завода, а непосредственно подчиняется старшему мастеру участка.

Для обеспечения выполнения работы каждое рабочее место снабжается оборудованием, инструментом, приспособлениями, материалами и заготовками, сжатым воздухом, кислородом, электроэнергией.

Оборудование и инструмент следует располагать так, чтобы рабочий делал возможно меньше лишних движений. Инструменты должны находиться на определенных местах. В случае работы на судне рабочий должен иметь инструментальный ящик, шланги, переносную электролампу, необходимый инструмент.

На рабочем месте должны поддерживаться чистота и порядок. Рабочее место должно иметь необходимые устройства и ограждения в соответствии с требованиями техники безопасности.

#### § 44. НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ

Перед началом работы рабочий или бригадир получают дневное задание и наряд (рабочее условие), в которых предусмотрен определенный узкий перечень работ.

Норма времени, проставляемая в нарядах, бывает трех видов: расчетная, закрепленная, временная. Если работа является новой для цеха, она нормируется временной нормой. Закрепленная норма используется при нормировании редко повторяющихся, отдельных операций. Для всех часто повторяемых операций (например, установка горловин, иллюминаторов, комингсов для мебели, установка и сварка или клепка выгородок и т. п.) применяется расчетная норма.

Каждая работа тарифицируется по тарифно-квалификационным справочникам и устанавливается ее разрядность. Однако эти работы могут выполнять также рабочие и с низшими разрядами. В этом случае заработная плата начисляется по фактической стоимости работ, указанных в наряде.

Заработная плата рабочего-сдельщика складывается из всей стоимости законченных работ по сданным в оплату нарядам в течение определенного расчетного периода (скажем, с 1 по 15 и с 16 по последнее число каждого месяца). Если работу вы-

полняет бригада, то вся сумма заработка распределяется на бригаду в соответствии с разрядами членов бригады и с временем в часах, отработанным каждым рабочим в расчетном периоде.

#### **§ 45. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА РАБОТАХ ПО СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ**

В нашей стране строго соблюдается законодательство по охране труда и технике безопасности, которое предусматривает социальное страхование рабочих, регламентирует продолжительность рабочего дня, ограничивает применение труда женщин и подростков на тяжелых и вредных работах, обязывает руководителей учреждений и предприятий принимать необходимые меры по предупреждению несчастных случаев, по содержанию мест работы в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии, по уменьшению и устранению вредных условий работы.

Важную роль в охране труда и контроле деятельности руководителей учреждений по обеспечению безопасности работ играют профсоюзные организации.

Специалисты по технике безопасности устанавливают методы и разрабатывают средства устранения причин несчастных случаев, исследуют производственные процессы, способы производства и трудовые приемы. На заводах систематически устраняют опасные технологические операции, устанавливают ограждения и др.

Каждый рабочий судостроительного завода при поступлении на работу проходит обязательный инструктаж по общим правилам техники безопасности. В цехе по обеспечению безопасной работы по своей специальности его инструктирует мастер. Органами охраны труда на заводах и профсоюзными организациями приняты, как обязательные, инструкции по технике безопасности для различных специальностей.

Каждый рабочий обязан делать только работу, порученную ему мастером, и знать безопасные методы ее выполнения. В сомнительных случаях рабочий обязан обратиться к мастеру за разъяснением.

При нарушении правил безопасности другими рабочими необходимо их во-время предупреждать, а не оставаться к этому безучастным.

Внимательное выполнение работы и указаний мастера по обеспечению безопасности, а также твердое знание инструкций позволяют предупредить возникновение несчастных случаев и производственных травм.

При выполнении работ по изготовлению труб и деталей вентиляции, а также при монтаже их на судне необходимо строго знать и выполнять правила техники безопасности, распространяемые на корпусостроительные работы в целом.

Испытание вентиляционных труб под давлением воздуха должно производиться в отдельном изолированном помещении, на специально оборудованных стендах. Особо тщательно необходимо проверять прочность крепления заглушек к фланцам труб. Подавать давление на трубу можно только после того, как убедились в надежности крепления заглушек. Давление следует увеличивать плавно, постепенно открывая вентиль.

Нельзя допускать, чтобы давление воздуха в испытываемой трубе было выше испытательного давления, указанного в чертеже. Завышение давления может вызвать выпучивание и разрыв испытываемой трубы.

При испытании вентиляционных каналов и зашивок необходимо соблюдать те же меры предосторожности.

К испытаниям допускаются рабочие, прошедшие специальное обучение и инструктаж.

При работе у механизмов следует твердо знать правила работы на них. На сверлильном станке, например, нельзя работать в рукавицах; нельзя сверлить мелкие детали, не закрепив их тисками. Работая на наждачном точиле, необходимо либо не поднимать защитный экран, либо при его отсутствии надевать защитные очки. Зазор между камнем и подручником не должен превышать 3 мм.

Правилами ограничен переносимый руками груз: для мужчин — не больше 50 кг, для женщин и подростков 16—18 лет — не больше 20 кг. На судне разрешается пользоваться для освещения переносной лампой напряжением не выше 36 в, а в закрытых отсеках — не выше 12 в.

В отсеках и помещениях при насыщении воздуха вредными газами или при температуре выше 30° С можно работать лишь при обеспечении хорошей вентиляции. Работа в междудонных и бортовых отсеках без указания мастера запрещена.

Особо тщательно обязаны рабочие следить за качеством лесов и ограждений. Настил лесов должен быть плотным, закрепленным и иметь бортовые доски. Ограждения необходимо приваривать надежно.

Категорически запрещено лицам, не имеющим на это специального удостоверения, производить стропку и перемещение грузов. Это обязаны делать стропальщик и крановщик.

Весь инструмент, приспособления и крепеж, используемые в работе, должны быть исправны, для чего перед работой надо проверять их качество. Перед началом работы следует также тщательно осмотреть свою одежду, подобрать свисающие концы, завязать тесемками рукава, надеть рабочие брюки, головной убор и убрать под него волосы, а также иметь брезентовые рукавицы. По окончании работы надлежит проверить наличие инструмента и уложить его в инструментальный ящик, обойти рабочее место и убедиться в его чистоте, проверить, чтобы никого не осталось в отсеках.

При работе в тесных и неудобных местах необходимо подбирать инструмент с учетом этих условий.

Работая вблизи от электросварщика, следует защищать глаза и лицо переносными щитами или специальными очками.

Важнейшим элементом защиты от травм и тяжелых несчастных случаев является соблюдение правил техники безопасности. Обязательна постоянная внимательность во время работы.

При работе с пневматическими машинками и молотками всем рабочим необходимо надевать очки. О всякой возникшей опасности для людей следует сообщать администрации участка, цеха.

Большое значение в деле сохранения здоровья и предупреждения травм имеет личная гигиена рабочего, периодический кратковременный отдых на производстве. Хорошим средством борьбы с усталостью и утомляемостью является физкультура. После работы следует принимать душ. Всегда нужно помнить, что соблюдение личной гигиены — залог здоровья и высокой производительности рабочего.

Также особо важно соблюдение правил противопожарной безопасности. Пожар может возникнуть от курения, от несоблюдения правил противопожарной безопасности во время сварки, газовой резки, от самовозгорания отходов и топлива, воспламенения проводов и других причин.

Для предупреждения пожара все мастерские в цехе и помещения на судне должны систематически очищаться от отходов. Особенно важно это делать на судах. Ряд помещений на них оклеивается пробкой, отделяется древесиной, окрашивается краской в несколько слоев: все это — горючие материалы. В таких помещениях назначаются лица, ответственные за пожарную безопасность.

На строящихся судах для тушения пожара применяются вода, ящики с песком, огнетушители «Богатырь» и «Тайфун». Приемы пользования огнетушителями обычно указаны на них же. В условиях судна, где бывают масла, нефть и бензин, особенно ценны пенные огнетушители.

При возникновении пожара всегда нужно сохранять спокойствие и беспрекословно выполнять все указания руководителя. Дисциплина и организованность — основное условие успеха противопожарной безопасности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Александров А. В., Судовые системы, Судпромгиз, 1954.  
Воробьев А. И. и др., Судовые достроечные работы. Судпромгиз, 1955.  
Пугачев А. С., Судостроительное черчение, Судпромгиз, 1952.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СОЮЗНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ КНИГИ:

*ДРЕЙЗЕНШТОК З. Б. и КЕРНЕР М. С.*

**Полуавтоматическая электродуговая приварка шпилек  
и сварка электрозаклепками.**

25 стр., Ц. 75 коп.

Новый метод полуавтоматической приварки шпилек во всех пространственных положениях, а также метод сварки электрозаклепками с проплавлением верхнего листа. Оборудование, приспособления и технологический процесс сварки.

*ИВИН К. Т., КАШЛЕВ В. В. и ЗУЕВ В. С.*

**Фотопроекционный метод изготовления шаблонов и макетирования труб.**

42 стр., Ц. 90 к.

Обобщение опыта изготовления труб судовых трубопроводов и систем фотопроекционным методом изготовления шаблонов и макетирования труб.

*КОМАН А. А.*

**Обработка листовой и профильной стали.**

144 стр., Ц. 5 руб. 40 коп.

Правка механическая и газовая резка, сверление стали. Обработка кромок, газовое строгание, обработка ласок. Гибка листовой и профильной стали, 343 стр.,

**Требуйте в магазинах книготорга**

*Владимир Иванович ПРОЛЫГИН*

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ СУДОВОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ**

Отв. редактор *В. В. Мещеряков*

Редактор *Е. Ф. Капланский*

Техн. редактор *П. С. Фрумкин*

Корректор *И. М. Федорова*

Сдано в набор 23/VIII 1956 г. Подписано к печати 26/II 1957 г. Формат 60 × 92 1/16  
Печ. л. 11,75 + вклейка 0,5 л. Уч.-изд. л. 11,6. Изд. № 122-56. М-01543. Тираж 4000 экз.  
Цена 5 р. 55 к. Зак. 2420

Судпромгиз, Ленинград, ул. Дзержинского, 10.

Набрано в типографии № 4 Углетехиздата, Харьков, ул. Энгельса, 11

Отпечатано с матриц в типографии Углетехиздата  
Ленинград, ул. Салтыкова-Щедрина, 54

Зак. 3/850



ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
14	13 сверху	наибольшее — у входного патрубка	наибольшее — у выходного патрубка	Авт.
56	2 сверху	пресс мощностью 110 т	пресс мощностью 100 т	Изд.
74	табл. 5, 3 графа снизу	Полособульб Г Г 10 или Г № 10	Полособульб Г Г 10 или Г № 10	Тип.

В. И. Прохвигин.

STAT

**Page Denied**